کیمیا

بۆلی شەشەمی زانستی

بە زمانی سریانی

ژمارەی سپاردن ٣٣٢ ساڵی ٢٠٠٣

تیراژ ٥٠٠٠ دانە

چاپی سێیەم ٢٧٠٤ ك – ٢٠٠٤ ز – ٦٧٥٤ ئا

الشركة المتحدة العراقية – بغداد


ܟܬܒ ܚܘ
Ex Libris
Beth Mardutho Library
The Malphono Abrohom Nuro Collection

الشركة المتحدة للورقيات – بغداد

ط٦ ٢٧٥٤ – ٢٠٠٤ م – ٣٠٧٤ هـ

مرشد طالب الدكتوراه

د. فاضل عبد الله الجنابي

جامعة كوردستان غربان

وزارة التعليم العالي



سه ڕپه‌ڕشتی هونه‌ری

صباح سعيد عبد الله　　كريم مولود حمه صالح

سه‌ڕپه‌ڕشتیارانی چاپ

اندريوس يوخنا كوركيس　　نادر موشي مراد

المقدمة

أهمية الحاسوب في حياتنا

لقد أصبح الحاسوب في عصرنا الحالي من الأجهزة الضرورية في كل مجالات الحياة، فلا يكاد يخلو منه بيت أو مدرسة أو مكتب أو مصنع أو مستشفى أو غيرها من المؤسسات، وذلك لما يتميز به من سرعة ودقة في أداء العمليات المختلفة، وقدرته على تخزين كميات هائلة من المعلومات واسترجاعها بسهولة، وإمكانية ربطه بالأجهزة الأخرى لتبادل البيانات والمعلومات بينها.

ولقد أدى انتشار استخدام الحاسوب في مختلف المجالات إلى ظهور الحاجة إلى وجود أشخاص مؤهلين للتعامل مع هذه الأجهزة، وهذا ما دعا إلى ظهور العديد من المعاهد والمراكز التي تقوم بتدريب الأفراد على استخدام الحاسوب وتطبيقاته المختلفة.

١ - ١ تعريف الحاسوب :

الحاسوب هو الاسم الذي يطلق على الآلة الإلكترونية التي تستقبل البيانات وتقوم بمعالجتها وفق برامج معدة مسبقاً، ثم تخرج النتائج المطلوبة، وتتكون من مجموعة من الأجزاء المادية التي يمكن رؤيتها ولمسها، والتي تسمى مكونات الحاسوب المادية، ومجموعة من البرامج التي تسمى مكونات الحاسوب غير المادية.

(١) له معادلة سعة فرد ذهبية لذرة عنه جهد تأين (he) والجهد التأيني

الهيدروجين (H) والجهد التأيني لذرة الزئبق (Hg) والجهد التأيني

فضة (Ag) والجهد التأيني لذرة (C)

(٢) جول : الشغل الذي يحتاج له مع لمدة (جهدهدة ٢) من الزمن

(٣) له ليه نوع ذرة تأين ذرة تفقد. وعليه له لمدة من لمدة لمعادلة جزيئة

فيزياء في معادلة سعة الذرة لهيدروجين معادلة لشرح ليه فاراداي جهدت

جزيئة من لمدة الفضة فيزياء لمعادلة لفاراداي ليه سهم

(٧٠١) له فارادي لمدة = عدد ذرة الفضة = ــــــــــــــــــــــــ = ــــــــــــ ١ . ٩

تفاعل المعادلة [HI] تحتاج له ذرة

. فيزياء الفضة = عدد ذرة الفضة في المعادلة ــــــــــــــــــــــــ

عدد ذرة [HI] ٨

ذرة الهيدروجين في المعادلة الكيميائية الموزونة تساوي ثمانية أمثال

جزيئة [HI] في المعادلة.

٢. الشغل الذي تبذله القوة الثابتة في تحريك جسم في اتجاه القوة

يساوي حاصل ضرب القوة في المسافة التي يتحركها الجسم في اتجاه القوة.

فإذا كانت [ ] في المعادلة الكيميائية الموزونة تساوي ٢ مول

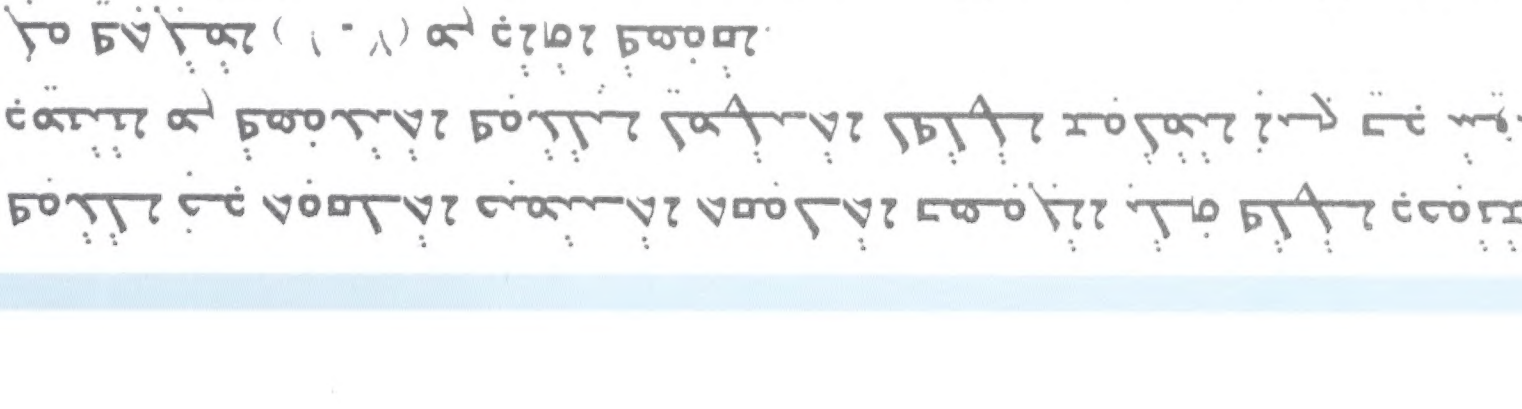
من الهيدروجين (H) فإن عدد مولات الماء المتكونة (H2O) تساوي

مول (٢) × عدد مولات الهيدروجين (H) = ــــــــــــــــــــــــ

عدد مولات الماء المتكونة

مول (٢) × ٢ مول = ــــــــــــــــــــــــ = ٢ مول

٢ مول



وهي التي تحتاج إلى طاقة تنشيط عالية لكي تتفاعل. ويمكن تعريف طاقة التنشيط بأنها الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لبدء التفاعل الكيميائي. فمثلاً تفاعل H_2 مع I_2 لا يحدث عند درجة حرارة الغرفة، ولكن عند تسخين المزيج إلى درجة حرارة عالية يحدث التفاعل. وتسمى هذه الطاقة اللازمة لبدء التفاعل طاقة التنشيط، وهي تساوي ٢٠٠٠ كيلو جول/مول لهذا التفاعل. وتعرف طاقة التنشيط بأنها الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لبدء التفاعل الكيميائي. فمثلاً تفاعل H_2 مع I_2

مثيلةمهم لصوك ولبيك HI .

$$\frac{[I_2]\Delta}{\Delta,} - = \frac{[H_2]\Delta}{\Delta,} - = \text{ملصلمة لمثمة لصوك} \therefore$$

$$= \frac{\Delta[HI]}{\Delta,} \times \frac{1}{2}$$

لثك ملم ص ذاذ دحلثمة دفلصمة دصوك ولبيك ملم ص دلثمة دعيثة دفتحثة دصوك فاثك ذه ميثة دلثمة دصوك ولبيك. مثيلة فلصمة دصوك دحثمة دإثك نم مثيلة دثة نك فلبيك دصوك فاثك صوك ولبيك زمي دبلم لثك دلاصمك (١٠) فبالثمة دصوك فاثك صوك ولبيك HI (١ــ١) دفبالثمة دصوك فاثك صوك ولبيك. صلاثمة دإثك ،مثة فبالثمام نك سمثك دعيثة [I_2] ٥ [H_2] إذا ،مثة إلم [HI] صعيثة إلم [I_2] ٥ [H_2] دفبالثمة دثة دعيثة فلصمة دلاصمك صع ديث نم نثة دإثك دصوك ولبيك (I_2 ٥ H_2) مذا ولبيك دعيثة دفبالثمة دصوك ولبيك فاثك

إلصمك (١٠١) صوثك ديسوم ملم سمثك إلم فبالثمة دصوك

$$H_2 + I_2 \longrightarrow H_2I \quad \text{نم نثة دإثك دإثك دصوك} \quad H_2 \text{ ٥ } I_2 \text{ ٥ } HI$$

دلثمة ←

[I_1] ذه [H_2]

[HI]

← سمثك صوم لاصمك (١-١)

الحل (١٠ ١)

معادلة تفكك يوديد الهيدروجين

$$2HI(g) \longrightarrow H_2(g) + I_2(g)$$

١) بتطبيق قانون فعل الكتلة على تفكك يوديد الهيدروجين

(أ) ثابت الاتزان لهذا التفاعل عند ٤٥٠ °م = ٠,٠٢ ÷ ٠,٠٠٤ = ٠,١٨

(ب) عند مضاعفة الضغط بمضاعفة الحجم فإن تركيز كل من المواد المتفاعلة والناتجة يتضاعف أيضاً ، وبالتالي لا يتأثر ثابت الاتزان ، أي أن تركيز كل من $[I_2]$ و $[HI]$ عند الاتزان لا يتغير .

عند :

$$\frac{[I_2]^2}{[I_2]} = \frac{\text{ثابت الاتزان}}{\text{الحجم}} = \text{تركيز } I_2 \text{ (المتفاعلة)}$$

(د) تركيز يوديد الهيدروجين عند الاتزان

$$= \frac{\text{ثابت الاتزان}}{\text{الحجم}} = \frac{٠,٠٢}{١٠} = ٠,٠٠٤ \text{ مول . لتر}^{-١}$$

(هـ) عند مضاعفة الحجم ، يتزن النظام عند ٤٥٠ °م ، ٢٠٠٠ مول . لتر

مول . لتر ، ثابت الاتزان = ٠,٠٢

(و) تركيز يوديد الهيدروجين عند الاتزان

$$= \frac{\text{ثابت الاتزان}}{\text{الحجم}} = \frac{٠,٠٢}{١٠} = ٠,٠٠١ \text{ مول . لتر}^{-١}$$

چەندە يەتە ھەچۇپ ئەسەدا چەپكا ئەدد چۇللا ھەس چەدد ھەتدا شەھەت چەتدەت يەتە ھەچۇپ ئەسەدا چەپكا ئەدد چۇللا ھەس چەدد ھەتدا شەھەت ئەدەسەت

مدلدة جمله‌ولمدة بد مايجدمدة جوولد وادبد ومضوخبة لدهمد
نمحتلج وابلا جدهد ربضد مدبد لزمة وبنلة .

زاسمد مر جولد بجلدام بلة جكبلمدة لزبد زهد ومة لمة حاوجمد
جدسبة مضولخدد لحلدة جمله‌ولمد وبنلة لمة جخبة جسمضمدة
ضلدمدة ولد ومزلمة مدبدة بللمس مر مدملدة حمضلدة دمولدة
جكبنلة . ماهد جكبنلة مرجبلد بلد خمسة جخبهمدلمدة جكبنلة
حمضد لحسلمدة جمابخدة جسج مر ومولد فبللة له جخبة جسمضمدة
ضلدمدة ومضة بجلدة جزبد ماهد بلد ضمحسدة جمحتلج جكبنلة .
وزمخسة مدبلدة لبجزمة لضحسدة جماهد جكبنلة بلة ضلدمدة
جمابخدمدة جومولد مرممكبر له بوبللة محتمد مر سجة ومولد . وضحد
حلدة مله‌ولمدة جكبنلة حمسملمدة جحسلمدة جمابخدة جزبد ومولد
له جخبة جسمضمدة ضلدمدة وضحد مدبد مزبد نمة فحتد جومولد فبللة .
: مة ماجكبضة لكبنللة جزبدة

$$2H_2(g) + 2NO(g) \longrightarrow 2H_2O(g) + N_2(g)$$

ضلدمدة جله‌ولمدة بد مايجدمدة جوولد وادبد ومضوخبة لدهمد
نمحتلج وابلا جدهد ربضد مدبد لزمة وبنلة .

جمحتلج جربضتلة	مايجدمدة جحضد حمضولدة	مله‌ولمد بوبللة (حضد . لحلدة 10^{-1} مابلتة $^{-1}$)	حمسملمدة مدجلدة N_2
	H_2	ON	
١	1×10^{-3}	1×10^{-3}	٠,٠٢
٢	2×10^{-3}	6×10^{-3}	٠,١٢
٣	3×10^{-3}	7×10^{-3}	٠,٢٧
٤	6×10^{-3}	1×10^{-3}	٠,٢٠
٥	6×10^{-3}	2×10^{-3}	٠,٤٠
٦	6×10^{-3}	3×10^{-3}	٠,٦٠

مثال :

من الجدول المجاور (١ ، ٢ ، ٣) اوجد رتبة التفاعل NO المتعلقة بتركيز H_2 وكذلك المتعلقة بتركيز NO ثم اوجد قانون سرعة التفاعل :

$$\text{س} \propto [NO]^{\text{ب}}$$

ومن الجدول المجاور (٤ ، ٥ ، ٦) اوجد رتبة التفاعل H_2 المتعلقة بتركيز NO وكذلك المتعلقة بتركيز H_2 ثم اوجد قانون سرعة التفاعل :

$$\text{س} \propto [H_2]^{\text{د}}$$

$$\therefore \text{س} \propto [H_2]^{\text{د}} \ [NO]^{\text{ب}}$$

ولحساب قيمة الثابت (ب) نختار أي تجربة ولتكن التجربة الأولى حيث تركيز التفاعل (NO) قد تغير بينما تركيز H_2 وكذلك السرعة لم تتغير. ونحل المعادلة (١ ، ٢)

$$\text{س}_{١} \propto [H_2]_{١}^{\text{د}} \ [NO]_{١}^{\text{ب}} \quad \therefore \text{س}_{١} = \text{ث} \ [H_2]_{١}^{\text{د}} \ [NO]_{١}^{\text{ب}}$$

$$\text{س}_{٢} \propto [H_2]_{٢}^{\text{د}} \ [NO]_{٢}^{\text{ب}} \quad \therefore \text{س}_{٢} = \text{ث} \ [H_2]_{٢}^{\text{د}} \ [NO]_{٢}^{\text{ب}}$$

بقسمة المعادلة الأولى على المعادلة الثانية وحذف الثابت ث من البسط والمقام :

$$\frac{\text{س}_{١}}{\text{س}_{٢}} = \frac{\text{ث} \ [H_2]_{١}^{\text{د}} \ [NO]_{١}^{\text{ب}}}{\text{ث} \ [H_2]_{٢}^{\text{د}} \ [NO]_{٢}^{\text{ب}}}$$

بالتعويض عن $[H_2]$ و (س) من الجدول نجد أن :

$$\frac{٠,١٢}{٠,٠٣} = \frac{(٢ \times ١٠^{-٣})^{\text{ب}}}{(١ \times ١٠^{-٣})^{\text{ب}}}$$

$$٤ = ٢^{\text{ب}} \quad \therefore \text{ب} = ٢$$

$$\therefore \text{رتبة التفاعل بالنسبة لتركيز NO}$$

$$\text{ثـ} = \frac{٦ \times ١٠^{-٥}}{٣٠,٠} = ٥ \times ١٠^{-٦} \text{ لـ مول}^{-٢} \text{ ث}^{-١}$$

$$(١ \times ١٠^{-٣} \text{ مول لـ}^{-١})^{٢}$$

$$٣٠,٠ \text{ مول لـ}^{-١} \text{ ث}^{-١} = \text{ث} (٦ \times ١٠^{-٣} \text{ مول لـ}^{-١})^{٢}$$

$$٣٠,٠ = \text{ث} (٦ \times ١٠^{-٣}) (١ \times ١٠^{-٣})^{٢}$$

$$\text{سرعة التفاعل} = \text{ث} [H_2] [NO_2]$$

لو تضاعف تركيز كل من (ث) مرتين على حدة فإن سرعة التفاعل تصبح :

$$\text{سرعة التفاعل} = \text{ث} [H_2] [NO_2]$$

$$\text{سرعة التفاعل} = ٢ + ١ = ٣$$

$$\therefore \text{سرعة التفاعل} = \text{ث} [H_2] [NO_2]$$

$$\therefore \text{لـ} = ١ \text{ (توجد جزيئة واحدة من } H_2 \text{ تتفاعل مع جزيئتين من } NO_2)$$

$$\frac{\text{سـ}_٢}{\text{سـ}_١} = \frac{(٢ \times ١٠^{-١})^{٣} \text{ لـ}^{٢}}{(٢ \times ١٠^{-١})^{٣} \text{ لـ}^{٢}}$$

$$\frac{٠,٢٠}{٠,٤٠} = \frac{\text{لـ}^{٢}}{\text{لـ}^{٢}}$$

$$\text{لـ}^{٢} = ٢$$

$$\frac{\text{سـ}_٢}{\text{سـ}_١} = \frac{[NO]^{٣}_{٢} [H_2]^{١}_{٢}}{[NO]^{٣}_{١} [H_2]^{١}_{١}}$$

$$\frac{\text{سـ}_٢}{\text{سـ}_١} = \frac{[NO]^{٣}_{٢} [H_2]^{١}_{٢}}{[NO]^{٣}_{١} [H_2]^{١}_{١}}$$

$$\text{سـ}_٢ \propto [NO]^{٣}_{٢} [H_2]^{١}_{٢} \quad \because \text{سـ}_٢ = \text{ث} [NO]^{٣}_{٢} [H_2]^{١}_{٢}$$

$$\text{سـ}_١ \propto [NO]^{٣}_{١} [H_2]^{١}_{١} \quad \because \text{سـ}_١ = \text{ث} [NO]^{٣}_{١} [H_2]^{١}_{١}$$

حيث لـ ثابت التناسب (٥٠)

مثال (١ - ٢)

إذا كان ثابت سرعة التفاعل $[NO] = ١,٥ \times ١٠^{-٣}$ مول . لتر$^{-١}$ و $[H_2] = ٤,٢ \times ١٠^{-٣}$ مول . لتر$^{-١}$ احسب سرعة التفاعل.

الحل : نعوض سرعة التفاعل بدلالة التركيز :

سرعة التفاعل = ك $[H_2]\,[NO]^2$

$\therefore$ سرعة التفاعل = ٥×١٠^{٦} $(٤,٢ \times ١٠^{-٣})$ $(١,٥ \times ١٠^{-٣})^٢$

$= (٢١ \times ١٠^{٣})(٢,٢٥ \times ١٠^{-٦})$

$= ٤٧,٢٥ \times ١٠^{-٣}$ مول . لتر$^{-١}$. ثانية$^{-١}$

مثال (١ - ٣)

إذا كان هو مجموع الأسس في معادلة سرعة التفاعل الكيميائي التالية، وكانت سرعة التفاعل عند تركيز معين للمواد المتفاعلة كما هو موضح في الجدول التالي :

$$A + 2B + C \longrightarrow P$$

رقم التجربة	تركيز المواد المتفاعلة (مول . لتر$^{-١}$)			سرعة التفاعل (مول . لتر$^{-١}$. ثانية$^{-١}$)
	[A]	[B]	[C]	
١	٠,٢	٠,٠٢	٠,٠٣	$١,٥٦ \times ١٠^{-٣}$
٢	٠,١	٠,٠٢	٠,٠٣	$١,٥٦ \times ١٠^{-٣}$
٣	٠,١	٠,٠١	٠,٠٣	$٠,٧٨ \times ١٠^{-٣}$
٤	٠,١	٠,٠١	٠,٠١	$٠,٢٦ \times ١٠^{-٣}$

الحل : هو مجموع الأسس في معادلة سرعة التفاعل التي تشير إلى عدد (١ و ٢ و ١) الجزيئات (أو الأيونات) المتفاعلة من المواد المتفاعلة. فعدد الجزيئات المتفاعلة من المادة (A) يساوي الأس الذي يرتفع إليه تركيز المادة (A) في معادلة سرعة التفاعل. أي أن (A) تتفاعل مع جزيئين من المادة (B) وجزيء واحد من المادة (C) لتكوين المادة الناتجة (P).

∴ عدد الأيونات الموجبة = ١ + ١ = ٢

∴ صيغة المركب الناتج هي AB_2C_2

$$\frac{\text{ك}_1}{\text{ك}_2} = \frac{\text{ع}\,[\text{A}]^{\text{ن}_1}\,[\text{B}]^{\text{ن}_2}}{\text{ع}\,[\text{A}]^{\text{ن}_1}\,[\text{C}]^{\text{ن}_3}}$$

$$\frac{\text{ك}_1}{\text{ك}_2} = \frac{\text{ع}\,[\text{B}]^{\text{ن}_2}\,[\text{C}]^{\text{ن}_3}}{\text{ع}\,[\text{B}]^{\text{ن}_2}\,[\text{C}]^{\text{ن}_3}}$$

$$\frac{\text{ك}_1}{\text{ك}_2} = \frac{\text{ع}\,[\text{B}]^{\text{ن}_2}\,[\text{C}]^{\text{ن}_3}}{\text{ع}\,[\text{B}]^{\text{ن}_2}\,[\text{C}]^{\text{ن}_3}}$$

∴ $\text{ك} = \text{ع}\,[\text{B}]^{\text{ن}_2}\,[\text{C}]^{\text{ن}_3}$

∴ $\text{ك} = \alpha\,[\text{B}]^{\text{ن}_2}\,[\text{C}]^{\text{ن}_3}$

∴ $\text{ك} = \alpha\,[\text{C}]^{\text{ن}_3}$

لإيجاد رتبة (ن٣):

نعوض عن تركيز [C] في المعادلة الأولى ونوجد قيمة (ن٣) كما يلي:

∴ $\text{ك} = \text{ع}\,[\text{B}]^{\text{ن}_2}$

لإيجاد رتبة (ن٢):

نعوض عن تركيز [B] في المعادلة الأولى ونوجد قيمة (ن٢) كما يلي:

$$\frac{\text{ك}_1}{\text{ك}_2} = \frac{\text{ع}\,[\text{B}]^{\text{ن}_2}}{\text{ع}\,[\text{B}]^{\text{ن}_2}}$$

$$\frac{٠,٠٢٨ \times ١٠^{-٣}}{٠,٠٢٨ \times ١٠^{-٣}} = \frac{(٠,٠٢)^{\text{ن}_2}}{(٠,٠١)^{\text{ن}_2}}$$

$$٢ = ٢^{\text{ن}_2}$$

∴ ن٢ = ١

لإيجاد رتبة (ن١):

نعوض عن تركيز [A] في المعادلة الأولى ونوجد قيمة (ن١) كما يلي:

$$\frac{٠,٠٢٨ \times ١٠^{-٣}}{٠,٠٥٦ \times ١٠^{-٣}} = \frac{(٠,٠١)^{\text{ن}_1}}{(٠,٠٢)^{\text{ن}_1}}$$

∴ ن١ = ١

∴ قانون سرعة التفاعل = ع [A] [B]

٢٠١ هاوشێكا چاندنەمەنی چۆلی

١. هاوشێكا چاندنەمەنی چۆلی :

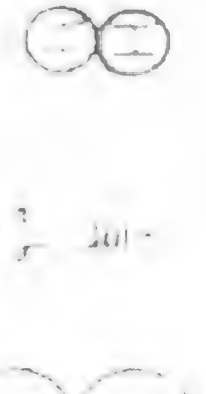
ئەم هاوشێكایە بریتییە لە چۆلی چاوەڕوانكراو لە سەرەتای چۆلی چاندنەمەنی بەرز لەم چۆلەدا چەند ساڵێك بەردەوام دەبێت تا دەگاتە هاوسەنگی لەگەڵ ژینگەدا، لەم چۆلەدا ژمارەی جۆرەكان و ژمارەی تاكەكان زۆر بەرزە، بەڵام بایۆمەس كەمە، هەروەها بەرهەمی سەرەكی كەمە، بەڵام بەرهەمی لاوەكی زۆر بەرزە، ئەم چۆلە بەرهەمی دارستانی سروشتی و دارستانی چاندنكراو لەخۆ دەگرێت، هەروەها ژینگەی ئاژەڵ و باڵندەی جۆراوجۆری تێدایە، ئەم چۆلە بەرهەمی ئاو و خاك دەپارێزێت، هەروەها بەرهەمی ئاژەڵداری و ڕاوماسی لەخۆ دەگرێت، ئەم چۆلە بەرهەمی گەشتیاری و ڕاهێنانی لەخۆ دەگرێت، ئەم چۆلە

ب - تكافؤ ذرة الكربون :

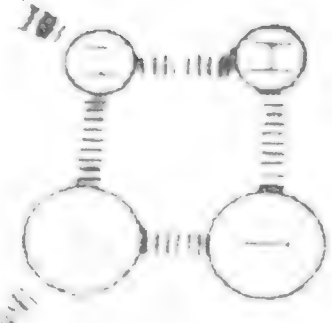
تحتوي ذرة الكربون على أربعة إلكترونات في مستواها الخارجي، وتحتاج إلى ثمانية إلكترونات لتصبح مستقرة، لذلك فإن ذرة الكربون تكون أربع روابط تساهمية مع ذرات أخرى، وتسمى هذه الخاصية تكافؤ ذرة الكربون.

ويمكن توضيح تكافؤ ذرة الكربون في المركبات الآتية :

ميثان CH_4



إيثين C_2H_4

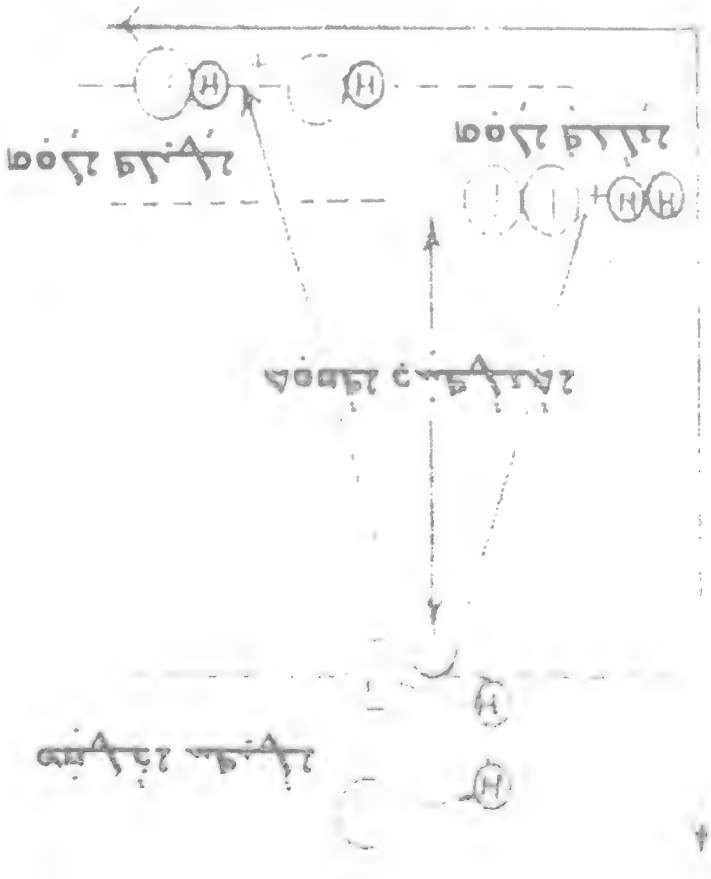


إيثاين C_2H_2



ج - تكون سلاسل ذرات الكربون :

تتحد ذرات الكربون مع بعضها البعض لتكون سلاسل مستقيمة أو متفرعة أو حلقية، وتسمى هذه الخاصية تسلسل ذرات الكربون.



شكل (١ - ٣): ذرة الهيدروجين والبروتون الواحد

ذرة الهيدروجين تتكون من بروتون واحد (هـ+) يكون نواة الذرة وإلكترون واحد (هـ-) يدور حول النواة في مدار دائري.

كتلة البروتون تساوي (١٨٣٦) مرة كتلة الإلكترون.

البروتون يحمل شحنة موجبة مقدارها (+١) وحدة شحنة.

الإلكترون يحمل شحنة سالبة مقدارها (-١) وحدة شحنة.

الذرة متعادلة كهربيًا لأن عدد البروتونات يساوي عدد الإلكترونات.

عدد البروتونات في نواة الذرة يسمى العدد الذري.

العدد الذري للهيدروجين = ١

العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النيوترونات

النيوترون جسيم متعادل كهربيًا كتلته تساوي كتلة البروتون تقريبًا.

النيوترون يرمز له بالرمز (ن).

النيوترون يحمل شحنة موجبة مقدارها (+١) وحدة شحنة.

النيوترون يحمل شحنة سالبة مقدارها (-١) وحدة شحنة.

النيوترون يحمل شحنة كهربية مقدارها (صفر).

النيوترون يحمل شحنة متعادلة.

النيوترون يحمل شحنة موجبة.

النيوترون يحمل شحنة سالبة.

النيوترون لا يحمل شحنة كهربية.

(١٠ ـ ٤) تحويل هندسة الملومة جبولية

مجلة لها جبولية فيها حد حلقة الملومة فيها زج ٤. ضع إحداهما جسم واحد حتى تكون حلقة ثابتة جبولية ثم حرك الأخرى حول الثابتة جبولية.

جسم واحد :

١. إزاحة جوولة فالة :

كولة جسم ملف حلقة الملومة سالبة إزاحة جوولة متوسطة.

له كولة ما يوضح له كولة جوولة جمجمتهم تحة ولد إحداثيات كولة تحة نوع جولة نوع كولة ملوك مساحة لهجة جملة له جاءة جمعهمة جملة إلى كولة تحة مع حد كيونة جسلة ملوك الملومة.

٢. حداة كيمة

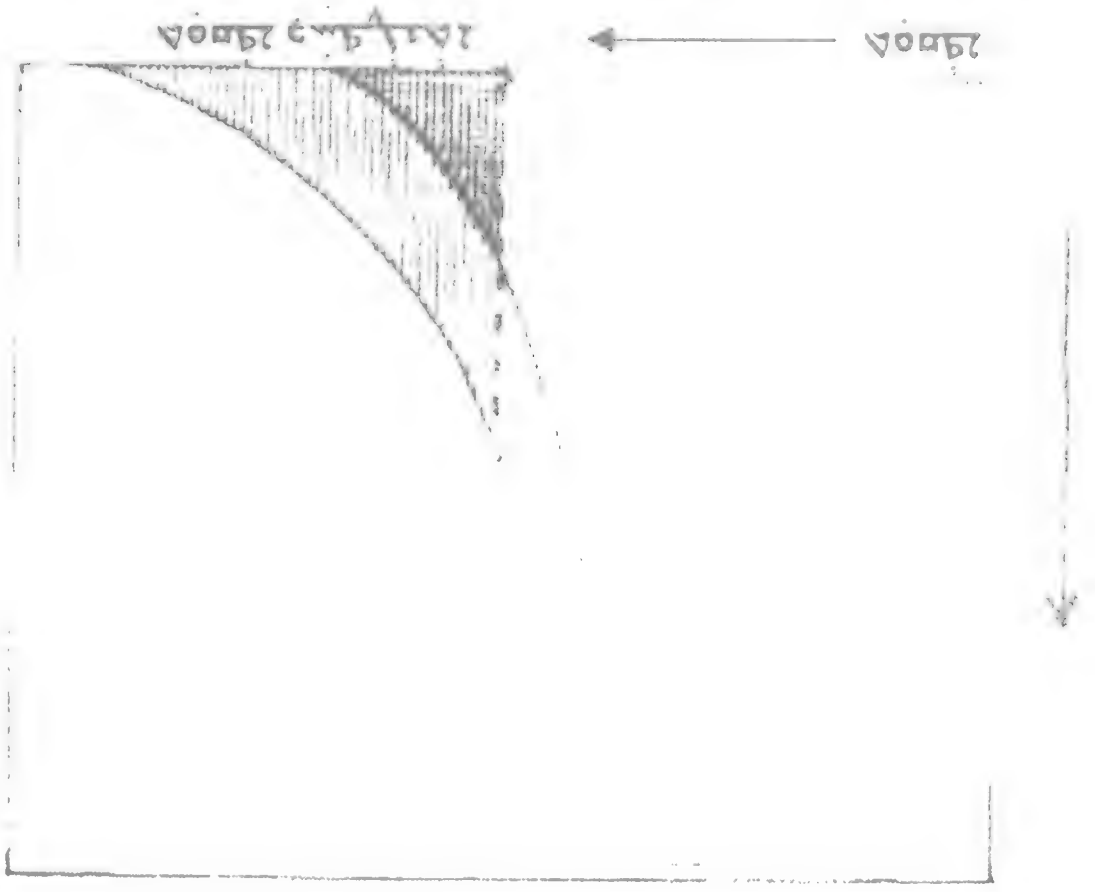
حداة كيمة جوولة هندسة لهمعة جملوكة جولة ما يوضح مع حركة هندسة جهلة جهلة حد

(٤)

(ب)

الشكل (١٠ ـ ٥)

حلقة جبولية وتحويل جملة جبولية شيء جمعهمة ولإحداثيات متحركة جمعهمة



ڕەقەمی (١٠٦) هێڵەکانی دیاری کردنی چەمکەکانی نێو هەمزە وەک دیاگرامێک

ئەم دیاگرامە بەکاردێت بۆ ڕوونکردنەوەی ئەو چەمکانەی کە پەیوەندیان بە هەمزەوە هەیە.

١. هێڵی چەقبەستوو : هێڵێکە کە هەردوو کۆتایی دیاری کراوی هەیە.

٢. هێڵی چەقبەستووی کراوە : هێڵێکە کە هەردوو کۆتایی دیاری کراوی هەیە بەڵام هیچ کامیان پەیوەست نین بە هیچ شتێکەوە.

٣. هێڵی چەقبەستووی داخراو : هێڵێکە کە هەردوو کۆتایی پەیوەستن بە یەکترەوە.

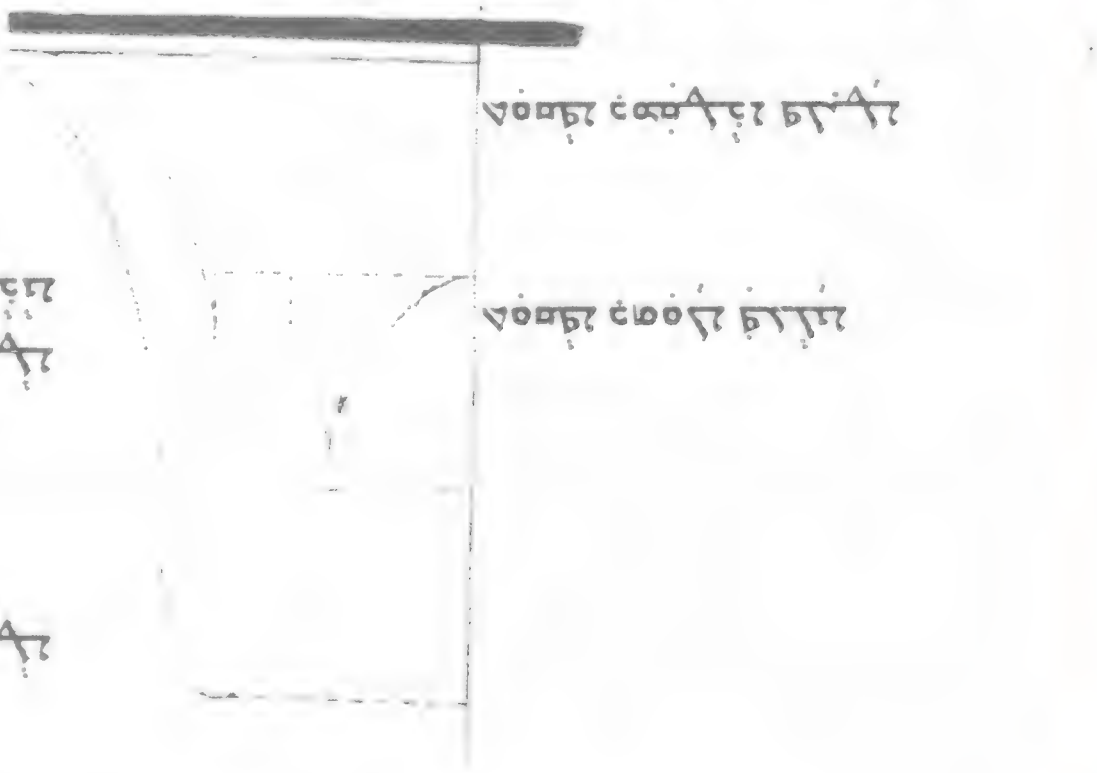
٤. چوارگۆشە : شێوەیەکی چوار لایی داخراوە کە هەموو لاکانی یەکسان بن بە درێژی و هەموو گۆشەکانی ڕاست بن.

هێڵی ئاسۆیی هێڵێکە کە بە ئاسۆیی دادەنرێت و هەموو خاڵەکانی سەر هێڵەکە لە یەک ئاستدان.

٥ـ تحديد المشاكل :

من السهل جدًا أن تحدد المشكلة التي تواجهك، ولكن الصعب هو أن تجد الحل المناسب لها. عندما تجد نفسك في مشكلة ما، حاول أن تكتب كل ما يدور في رأسك عن هذه المشكلة على ورقة بيضاء، ثم حاول أن تجد الحل المناسب لها.

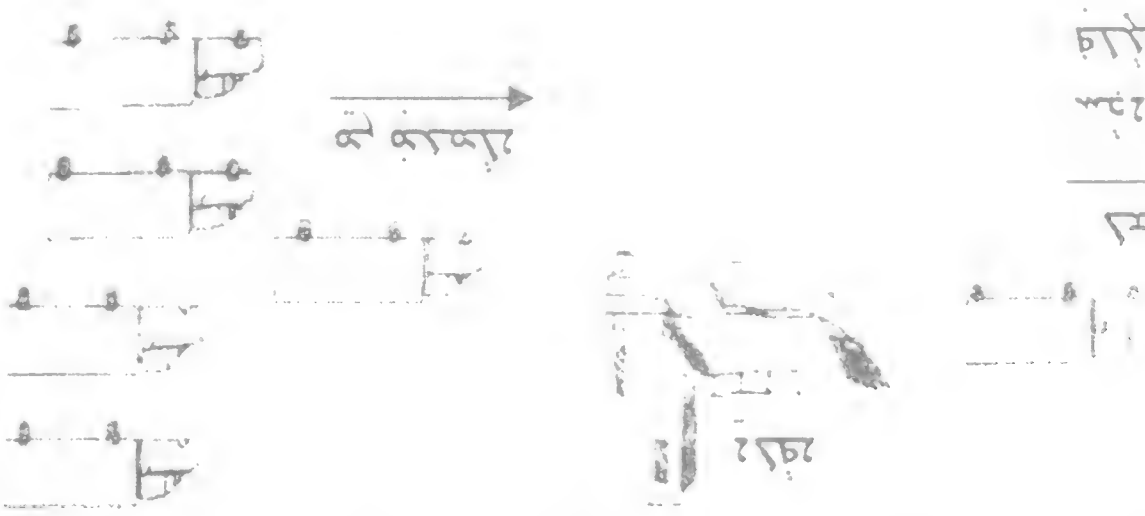
مثال توضيحي لتحديد المشكلة (١٠٧).



لكي نحل المشكلة يجب أن نحدد المشكلة بدقة في مثالنا هذا، نجد أن المشكلة هي أن الطالب لا يستطيع حل المسألة الرياضية لأنه لا يعرف القانون المناسب لها.

٦ـ تحديد الحلول :

بعد تحديد المشكلة نبدأ في البحث عن الحلول المناسبة لها، ويمكن أن نستعين بالأصدقاء والمعلمين والمرشدين في المدرسة، وكذلك يمكن أن نستعين بالإنترنت في البحث عن الحلول المناسبة لها.



ڕەقەمی (١٠٨) هێڵی ڕاستەوخۆ هێڵی ئاسۆیی پەیوەندی نێوان

کە بڕگەی ئاسۆیی ڕێژەیی نێوان کۆی جیاوازی و کتومتی سۆزی نمایندەی کۆ بەرامبەر ب

ماسْدَادَا ص NO_2 دَلسوِد ماسِ صوسوا دصوَلَا لَدَسد :

$$HBr + NO_2 \longrightarrow HONO + Br$$

مدِد Br . HONO صوَلَا لَا عدَا ماسِ فدَلد دصلوصدَا :

$$HONO + Br \longrightarrow H_2O + NO + Br$$

فسوسدَا صلوصدَا

$$Br + Br \longrightarrow Br_2$$

فسوسدَا صلوصدَا

دصدَا دِدَوصلصدَا دِدَا فسوسدَا (فوِدَلَا صِوِدَا) سصحسلَ دَوصلصدَا

دِفوِدَلصدَا لِصدسد. وص دِدَا فسوسدَا سوِسد صوس دِفسوسدَا صدِ سصدَا

دِفوِدَلصدَا علَا فسوسدَا صدِ سصدَا دِصلوصدَا وسوِسد وصلس. صلوصلصد فوِدَلَا دِفدِدَا

دصسدَا لَسد نلَا دِدَا فسوسدَا

سصوِدَا دِدَصدَوا

كسدَسد عدِدَلَا لَدَا فوِدَلَا دسدِصدَا دصسدَا دِصوصلَا صِوِدَا لسه

فسدَسد عدِصدسد دِصلوصد. صلوصلصد فوِدَلَا $n = n \mid NO_2 \mid \quad \mid HBr \mid$

$$2HBr\,(g) + NO_2\,(g) \longrightarrow H_2O\,(g) + NO(\dot{g}) + Br_2\,(g)$$

لفوِدَلَا دِدَصدَا :

ولوفسا (١٠ :)

دِفوِدَلصدَا لِصدسد. وص دِدَا فسوسدَا سوِسد صوس دِفسوسدَا صدِ سصدَا

دِفوِدَلصدَا علَا فسوسدَا صدِ سصدَا دِصلوصدَا وسوِسد وصلس. صلوصلصد فوِدَلَا دِفدِدَا

دصسدَا لَسد نلَا دِدَا فسوسدَا

ولوفسا (١٠ ٠ ٥) لفوِدَلَا دِدَا

$$2H_2 + 2NO \longrightarrow N_2 + 2H_2O$$

(ع) (ع) (ع) (ع)

١. قدم حادثة جنائية لمحكمة لك طلاق قبائل ؟

٢. قدم حادثة جنائية صدك لك طلاق قبائل وكسب قضية

   في إحدى حادثة وحادثة جنائية لمحكمة

٣. هل لله شغل دستور سلبي

٤. له أذنت بإدخال لمن لا حاجة ملهم إدخاله لقبائل ؟

٥. هل لله شغل دعوة سلبي ؟

٦. قبل متى. طلاقة هلاك قبائل لقبائل إذا

$$2Cr^{3+}_{(aq)} + 7H_2O_{(l)} + Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} \quad = \quad 2Cr(OH)_4^{-}{}_{(aq)} + 2H^{+}_{(aq)}$$

٤. سجلوم إحكمة إحل لله لحظة ولا هاجة لا إحلاة

إحل : إذا ٤. حذاف لوقت إصطباحة $Cr_2O_7^{2-}$ إذ طلاقة حباب

$$\text{طلاقة} = \text{هدية} \left[Cr_2O_7^{2-} \right]$$

لوقت لله هل هاجة هقدة حكمة إحل

وهل هاجة قدحل حكمة إذنة إحذاف حذوف هاجة لحظة

إقبالة (قبالة هل هاجة قدحل)

٧ ـ لكمنك دنهد :

$$2NO(g) + O_2(g) = 2NO_2(g)$$

مبكم بذ فلهد يعتبد هم دذبد دسعبعهة دكمنك هم سوء حهمذدة كفسه :

حمكتك دبعتد	مبهذنة مدهبد حهمكذة NO	O_2	ملمكمة كمنك هملكبهذة . ذك
١	$^{-٣}١٠ \times ١$	$^{-٣}١٠ \times ١$	$^{-٦}١٠ \times ٧$
٢	$^{-٣}١٠ \times ٢$	$^{-٣}١٠ \times ٢$	$^{-٦}١٠ \times ١٤$
٣	$^{-٣}١٠ \times ٣$	$^{-٣}١٠ \times ٣$	$^{-٦}١٠ \times ٣١$
٤	$^{-٣}١٠ \times ٤$	$^{-٣}١٠ \times ٣$	$^{-٦}١٠ \times ٨٤$
٥	$^{-٣}١٠ \times ٣$	$^{-٣}١٠ \times ٣$	$^{-٦}١٠ \times ١٨٩$

قلهد منه، ملمكمة كمنك مهجمه

٨ ـ لكمنك دنهد :

$$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2I^-(aq) = 2H_2O_{(l)} + I_2(aq)$$

مبكم بذ فلهد يعتبد كه دذبد دسعبعهة دكمنك هم سوء حهمذدة كفسه :

حمكتك دبعتد	مبهذنة مدهبد حهمكذة $[H_2O_2]$	$[I^-]$	$[H^+]$	ملمكمة كمنك هملكبهذة . ذك
١	٠,٠١	٠,٠١	٠,١	$^{-٦}١٠ \times ١,٧٥$
٢	٠,٠٣	٠,٠١	٠,١	$^{-٦}١٠ \times ٥,٢٥$
٣	٠,٠٣	٠,٠٢	٠,١	$^{-٦}١٠ \times ١٠,٥$
٤	٠,٠٣	٠,٠٢	٠,٢	$^{-٦}١٠ \times ١٠,٥$

قلهد منه، ملمكمة كمنك مهجمه

٩ . لكوثك دثهة :

$$H_2\,(g) + I_2\,(g) = 2HI\,(g)$$

فلهد ضم، ملولهة مهبصة دكوثك هم هوجنبة دثهب :

أ . له حوقفة دضهذة دوهفة دوجوذهبم بد فنعة [I_2] هعبة حنيفة ملولهة كوثك

ب . له ضوجة [I_2] وفنعة [H_2] هعبة حنيفة ذك ملولهة كوثك.

١٠ . لكوثك دثهة :

$$2NO + Cl_2 \longrightarrow 2NOCl$$

فلهد ضم، ملولهة مهبصة ٥ر٥ هم فلهة بهنبة دثهب نوهبة دثهب دكبكسة صبة لكه دذبة دنصيصة هعبة .

رقم التجربة	تهذنة مدهبة حهوكذة		ملولهة كوثك
	[NO]	[Cl_2]	هول.لبهذ$^{-١}$. ذ$^{-١}$
١	٠,٢٥	٠,٢٥	١,٤٣ × ١٠$^{-٦}$
٢	٠,٢٥	٠,٥٠	٢,٨٦ × ١٠$^{-٦}$
٣	٠,٥٠	٠,٥٠	١١,٤٤ × ١٠$^{-٦}$

١١ . لكوثك دثهة حنبجنبة وفة

$$2HCl + NO_2 \longrightarrow NO + H_2O + Cl_2$$

فبثة سوبة

أ . له هعبة [HCl] بد نفقة [NO_2] حنيفة ملولهة كوثك

ب . له هعبة [NO_2] بد نفقة [HCl] حنيفة ملولهة كوثك

ذبجب تنه، ملولهة كوثك. ح هسب عجبة لكوثك حسبة ذهبة (HONO) ذبح وكة هثنة.

١٢ . ذ. بلولهة دكوثك وفنة دثهة $A_2 + B_2 \longrightarrow 2AB$ بد بدبة دهبة دكوثك حصبنبة دحة وكة بله مدهنة. متهبة دهبة دفلولهة (٠,٠٠١ لبهذ . هول$^{-١}$. ذ$^{-١}$) بتح ملولهة دثهة دفقة حذفقة دوهنة بهه تهذنة دحة هم A_2 و B_2 (٠,٠٢) هكذة.

فوثة : ٤ × ١٠$^{-٥}$ هول . لبهذ$^{-١}$. ذ$^{-١}$

١	٠,١٠	٠,٠١٠	$١,٢ \times ١٠^{-٢}$	
٢	٠,١٠	٠,٠٤٠	$٤,٨ \times ١٠^{-٢}$	
٣	٠,٢٠	٠,٠١٠	$٢,٤ \times ١٠^{-١}$	

٤. إذكر طرق فلورمة بوتاك.

ت. سمِّ غازاً يُفلورم بوتاك.

ك. عند تفاعل فلورمة بوتاك مكسيدة $FClO_2$ تتفكك تفاعل لمتم

فإذا $[F_2] = ٠,٠١٠$ مول/ل و $[ClO_2] = ٠,٠٢٠$ مول/ل

٢٠. إذا كان تفاعل A مع B يسير تبعاً لمعادلة فلورمة بوتاك الآتية :

$$\text{سرعة} = \text{ك}\,[A]^{٢}\,[B]$$

وفلورمة بوتاك الأولى $١٠^{-٢} \times ١,٢$ مول لـ$^{-١}$ ثانية$^{-١}$ إذا تم

$[A] = ٠,١٠$ مول لـ$^{-١}$ و $[B] = ٠,٤٠$ مول لـ$^{-١}$

فما الذي يمثل تفاعل تفلورمة بوتاك ؟ وعلل تجربتك إذا

فلورمة أ، تحتاج فلورمة A_2 و B_2 لفترة ٢

بوتاك : ٢ لـ^{٢} مول$^{٢-}$ ثانية$^{-١}$ ، ٠,٠١٠ مول

لـ^{٣} ثانية$^{-١}$ ، ٠,٠٢٠ مول

٢١. لفلورين :

$$F_2\,(غ) + 2ClO_2\,(غ) \longrightarrow 2FClO_2\,(غ)$$

إذا كان ٢٥٠ جزيء ذرة فلور في حالة ثبات دخلت حوض تجربة لمدة

فلورين بوتاك	فلورمة بوتاك	
تجربة	$[F_2]$	$[ClO_2]$

فصل الحركية

الحركية الكيميائية

(١٠ ـ ٢) التفاعلات الكيميائية

إن كيمياء حياتنا اليومية تعتمد على معرفة سرعة التفاعلات الكيميائية. فعندما نطبخ الطعام نريد أن يتم ذلك بسرعة معقولة، وعندما نريد أن نحفظ الطعام لفترة طويلة نريد أن نبطئ من سرعة التفاعلات التي تؤدي إلى فساده. وعندما نريد أن نحفظ الأطعمة المعلبة نريد أن نمنع التفاعلات الكيميائية التي تؤدي إلى صدأ العلب. وعندما نريد أن نحفظ الأطعمة المجففة نريد أن نمنع التفاعلات الكيميائية التي تؤدي إلى فسادها. وعندما نريد أن نحفظ الأطعمة المجمدة نريد أن نبطئ من سرعة التفاعلات الكيميائية التي تؤدي إلى فسادها. وعندما نريد أن نحفظ الأطعمة المعلبة نريد أن نمنع التفاعلات الكيميائية التي تؤدي إلى صدأ العلب.

وإذا نظرنا إلى التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الطبيعة نجد أن بعضها يحدث بسرعة كبيرة جدا، فعندما نضيف محلول نترات الفضة إلى محلول كلوريد الصوديوم نجد أن الراسب الأبيض من كلوريد الفضة يتكون على الفور:

$$NaCl\,(aq) + AgNO_3\,(aq) \longrightarrow NaNO_3\,(aq) + AgCl\,(s)$$

وإذا نظرنا إلى التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الطبيعة نجد أن بعضها يحدث ببطء شديد جدا، فعندما نترك برميلا من النبيذ في قبو المنزل نجد أن النبيذ يتحول إلى خل بعد سنوات عديدة. وعندما نترك قطعة من الحديد في الهواء الرطب نجد أن الحديد يتآكل ويتحول إلى أكسيد الحديد بعد سنوات عديدة. وعندما نترك قطعة من الخشب في الهواء نجد أن الخشب يتحلل ويتحول إلى فحم بعد سنوات عديدة. وعندما نترك قطعة من الفحم في الهواء نجد أن الفحم يتحلل ويتحول إلى غاز ثاني أكسيد الكربون بعد سنوات عديدة. وعندما نترك الخل في الهواء نجد أن الخل يتبخر بعد سنوات عديدة. وعندما نترك الكحول في الهواء نجد أن الكحول يتبخر بعد سنوات عديدة. وعندما نترك الماء في الهواء نجد أن الماء يتبخر بعد سنوات عديدة.

وإذا نظرنا إلى التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الطبيعة نجد أن بعضها يحدث بسرعة معقولة، وبعضها يحدث ببطء شديد جدا، وبعضها يحدث بسرعة كبيرة جدا.

فعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى شريط من الماغنسيوم نجد أن الماغنسيوم يتآكل بسرعة معقولة:

$$Mg\,(s) + 2HCl\,(aq) \longrightarrow MgCl_2\,(aq) + H_2\,(g)$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى برادة الحديد نجد أن الحديد يتآكل ببطء شديد جدا:

$$Fe\,(s) + 2HCl\,(aq) \longrightarrow FeCl_2\,(aq) + H_2\,(g)$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق الزنك نجد أن الزنك يتآكل بسرعة كبيرة جدا:

$$Zn\,(s) + 2HCl\,(aq) \longrightarrow ZnCl_2\,(aq) + H_2\,(g)$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق الفضة نجد أن الفضة لا تتآكل على الإطلاق:

$$Ag\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق الذهب نجد أن الذهب لا يتآكل على الإطلاق:

$$Au\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق البلاتين نجد أن البلاتين لا يتآكل على الإطلاق:

$$Pt\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق الكربون نجد أن الكربون لا يتآكل على الإطلاق:

$$C\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق السيليكون نجد أن السيليكون لا يتآكل على الإطلاق:

$$Si\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق الجرمانيوم نجد أن الجرمانيوم لا يتآكل على الإطلاق:

$$Ge\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق الزرنيخ نجد أن الزرنيخ لا يتآكل على الإطلاق:

$$As\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق الأنتيمون نجد أن الأنتيمون لا يتآكل على الإطلاق:

$$Sb\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق البزموت نجد أن البزموت لا يتآكل على الإطلاق:

$$Bi\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق الفلور نجد أن الفلور لا يتآكل على الإطلاق:

$$F_2\,(g) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق الكلور نجد أن الكلور لا يتآكل على الإطلاق:

$$Cl_2\,(g) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق البروم نجد أن البروم لا يتآكل على الإطلاق:

$$Br_2\,(l) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق اليود نجد أن اليود لا يتآكل على الإطلاق:

$$I_2\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق الأستاتين نجد أن الأستاتين لا يتآكل على الإطلاق:

$$At\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق الرادون نجد أن الرادون لا يتآكل على الإطلاق:

$$Rn\,(g) + HCl\,(aq) \longrightarrow \text{لا تفاعل}$$

وعندما نضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى مسحوق الأوغانيسون نجد أن الأوغانيسون لا يتآكل على الإطلاق:

$$Og\,(s

لدنجكد ومللومدة دبوللد بلبقد وإوة هيلد بجدة وهقلسة دمتو.

٢٠٢٠ هفدمة دمدمولمة

فيذ سدلدة إسدومة دهفدمة دمدمولمة سع مللومدة دبوللد

دبوللد دبوللد بلبقد. ودسدقد دجذة فوللد لدنجكد (إه مهمللة مر هقلة لدهيذ) عذب موللد فليبلة دبوللد ودذة دسدقد سدلم فوللد وقحسة (مر هيذ لهمكلة). ودسدحذة دبوتذ سبذة مللومدة دبوللد لدنجكد وإوة مللومدة دبوللد ومحسة مر دفسب مدومر مللومدة تمولد ومسبر هكليس لذهيذمدة دمدمولمدة هسوب وإسب إللد إلى دسدقد إهيذب هذمر ولذهيذمدة دمدمولمدة هسوب وإسب إللد إلى دسدقد إهيذب هذمر ودسدقومر يوسد وإهيذمدة دمدمولمدة إه فوللد سهيذ بلبقد هجسم للد إلى مللومدة دمدمولمدة دبلهيذمدة ولد للد إلهيذمدة دمدمولمدة (هققمدة).

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

	هقيمة	1	هقيمة	
هول دسدقد فوللد	1	1	0	0
هول دسدقد فوللد	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$

ودسدقد جهلية فوللد لإوة هيذ لد دذة تمولبة إه دهيمدة جموللد فللد ذه فليبلة. وهتد إ، تمجذلد دفوللد وقحسة وإوة دسلبمدة جسج هول هر هد هر إهقمدمدة جذلد وهيذ إسر دمومللدة جذلد :

$$CH_3COOC_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons C_2H_5OH + CH_3COOH$$

	هقيمة	1	هقيمة	
هول هدقد فوللد	1	1	0	0
هول دسدقد فوللد	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$

سبلة موسر جفوللد إهر مر جفسب سدسدة جسليلة تهسبر بدر إسب جتللد بللمر هر فوللد هدهيذ دذمدمومدة جهوفليلد دهيمدة فللد هيذ دسدقد (سج هول هر موللد) ودتجذلد جسهدهيمدة دسدقد. فسب هذلة إلى

$$\text{ك}_{\text{ا}}\ [A]^{a}\ [B]^{b} = \text{ك}_{\text{٢}}\ [C]^{c}\ [D]^{d}$$

معدلة جزاء ملح

ك١ = ك٢ تركيز×درجة حرارة

وكلما زيادة عدد الجزيئات فيزداد ك٢ عن ك١ وتزداد سرعة التفاعل . ومن هنا

نص مبدأ لوشاتليه على أنه إذا أجهد اتزان متحرك بتغيير أحد العوامل المؤثرة فيه فإن الاتزان يتحرك في الاتجاه الذي يقاوم هذا التغيير .

ويمكن توضيح هذا المبدأ بالتفاعل المتزن الآتي :

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

فعند إضافة المتفاعلين A و B يزداد تركيزهما فيزداد معدل التفاعل الأمامي وتزداد سرعة تكوين الناتجين C و D وبمرور الوقت يقل تركيز المتفاعلين A و B ويزداد تركيز الناتجين C و D فيزداد معدل التفاعل العكسي وتقل سرعة التفاعل الأمامي حتى تتساوى السرعتان عندما يصل التفاعل إلى حالة الاتزان الكيميائي .

وعند إضافة المتفاعلين A و B يزداد تركيزهما فيزداد معدل التفاعل الأمامي وتزداد سرعة تكوين الناتجين C و D وبمرور الوقت يقل تركيز المتفاعلين A و B ويزداد تركيز الناتجين C و D فيزداد معدل التفاعل العكسي وتقل سرعة التفاعل الأمامي حتى تتساوى السرعتان عندما يصل التفاعل إلى حالة الاتزان الكيميائي .

وعند إضافة الناتجين C و D يزداد تركيزهما فيزداد معدل التفاعل العكسي وتقل سرعة التفاعل الأمامي حتى تتساوى السرعتان عندما يصل التفاعل إلى حالة الاتزان الكيميائي .

وعند إضافة الناتجين C و D يزداد تركيزهما فيزداد معدل التفاعل العكسي وتقل سرعة التفاعل الأمامي حتى تتساوى السرعتان عندما يصل التفاعل إلى حالة الاتزان الكيميائي .

ثم إيجاد قيمة ثابت الاتزان للتفاعل :

$$ق = \frac{ق_{١}}{ق_{٢}} \text{ حيث أن قيمة ثابت الاتزان} =$$

$$\frac{[C]^{c}\ [D]^{d}}{[A]^{a}\ [B]^{b}} = ق$$

ثم ٦ أخطاء شائعة تحدث في حل مسائل ثابت الاتزان ومنها مسائل حساب قيمة ثابت الاتزان عند إعطاء مولات المواد المتفاعلة والناتجة وحجم الإناء ومولات المواد المتفاعلة والناتجة عند الاتزان ومنها :

١- عدم كتابة المعادلة الموزونة مثل $A + B \rightleftharpoons C + D$ حيث إن هذه المعادلة مولاتها غير متساوية وبالتالي لا تعطي نفس قيمة ثابت الاتزان عند تغير حجم الإناء وبالتالي تختلف قيمة ثابت الاتزان عند تغير الضغط لذلك نجد بعض الطلاب يحسبون قيمة ثابت الاتزان عند ضغط (١٠ - ٢) أطم على أنها نفس قيمة ثابت الاتزان عند ضغط (١٠ - ٥) أطم



لكتابة ثابت الاتزان لهذا التفاعل نكتب تركيز المواد الناتجة مرفوعة كل منها إلى أسها في المعادلة الموزونة على تركيز المواد المتفاعلة مرفوعة كل منها إلى أسها في المعادلة الموزونة.

ولا يدخل في حساب ثابت الاتزان المواد الصلبة والسوائل النقية.

ولكتابة ثابت الاتزان لهذه التفاعلات نتبع الخطوات التالية :

$$A + B \rightleftharpoons 2\,C \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\text{ثابت الاتزان } K_c = \frac{[C]^2}{[A]\,[B]}$$

$$2\,C \rightleftharpoons A + B \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

ولكتابة ثابت اتزان هذه التفاعلات نتبع نفس الخطوات السابقة :

$$\text{ثابت الاتزان } K_c = \frac{[A]\,[B]}{[C]^2}$$

$$\therefore K_c = \frac{1}{\frac{1}{10}} = 10$$

$$C \rightleftharpoons \frac{1}{2} A + \frac{1}{2} B \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

$$\text{ثابت الاتزان } K_c = \frac{[A]^{\frac{1}{2}}\,[B]^{\frac{1}{2}}}{[C]}$$

$$\therefore K_c = \sqrt{10} = 3.16$$

٢٠٣ ثوابت الاتزان وثوابت الاتزان الأخرى :

لكل تفاعل عند درجة حرارة معينة : يتناسب تركيز نواتج التفاعل مع تركيز المتفاعلات كل مرفوع لأس يساوي عدد مولاته في المعادلة الموزونة للتفاعل ، وهذه النسبة تسمى ثابت الاتزان ويرمز له بالرمز K_c .

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

$$K_c = [CO_2]$$

$$CH_3COOH(l) + C_2H_5OH(l) \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5(l) + H_2O(l)$$

$$K_c = \frac{[CH_3COOC_2H_5][H_2O]}{[CH_3COOH][C_2H_5OH]} = 4$$

مثال (٢٠١):

في تفاعل حمض خليك مع كحول إيثيلي إذا علمت أن ثابت الاتزان لهذا التفاعل يساوي ٤ عند درجة حرارة معينة فإذا بدأ التفاعل بمول واحد من كل من الحمض والكحول فما مقدار كمية الإستر المتكونة عند الاتزان.

$$C_2H_5OH + CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

عدد المولات عند البداية	**١**	**١**	**٠**	**٠**
عدد المولات عند الاتزان	**١-س**	**١-س**	**س**	**س**

في تفاعل سابق وصل خليط التفاعل عند الاتزان إلى حجم قدره ١٠ سم٣ فإذا علمت أن كمية الإستر المتكونة عند الاتزان تساوي ٦٦,٧٪ من كمية الإستر المتكونة عند الاتزان في التفاعل السابق فما مقدار ثابت الاتزان لهذا التفاعل.

$$\frac{\text{٢} \times \text{٢}}{\text{١} \times \text{١}} = \frac{[CH_3COOC_2H_5]\,[H_2O]}{[C_2H_5OH]\,[CH_3COOH]} = \text{ك}$$

$$\text{ك} = \text{؟}$$

مثال (٢ - ٢)

احسب عدد مولات حمض الخليك التي يجب إضافتها إلى مول من الإيثانول لإنتاج مول من خلات الإيثيل عند الاتزان . ثابت الاتزان (١) عند تلك الدرجة يساوي ٤. افترض أن الحجم النهائي للمخلوط المتزن هو لتر واحد (٤) ؟

الحل : نكتب معادلة التفاعل :

C_2H_5OH	+	CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	$CH_3COOC_2H_5$	+	H_2O
١		١		صفر		صفر
$1-x$		$1-x$		x		x

حيث x عدد مولات كل من الإيثيل والماء عند الاتزان

$$\text{ثابت الاتزان } K_c = \frac{[CH_3COOC_2H_5][H_2O]}{[C_2H_5OH][CH_3COOH]}$$

بالتعويض :

$$4 = \frac{(x)(x)}{(1-x)(1-x)} = \frac{x^2}{(1-x)^2}$$

$$\therefore 2 = \frac{x}{1-x} \quad , \quad 2 - 2x = x$$

$$3x = 2$$

$$x = \frac{2}{3} \text{ مول}$$

∴ عدد مولات حمض الخليك = عدد مولات الإيثانول = $\frac{2}{3}$ مول عدد مولات الماء

* سوء جزيء مائية جيلاتي جلوتاز لجدول إيه حمضية دنوجة جدة.

حيث جزاء فالية جزيئية مضافة جلوتاز مع حمض الخليك لتكوين جزيء فالية جلوتاز)

حيث متحد مائية جيلاتي = ٨ لدغة

جدول يبين فالية جلوتاز لعينات مختلفة من جزيء جلوتاز

عينة	١	٢	٣	٤	٥
فالية جلوتاز	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠

فالية جلوتاز = $\frac{\frac{(٣)}{٨} \quad \frac{(٣)}{٨}}{\frac{(٥)}{٨} \quad \frac{(٥)}{٨}} = \frac{٣٥}{٤٠}$ ؛

∴ فالية جلوتاز = ٠,٨٦

وعيه فالية جلوتاز علة جد جزيئة مع جزيئة جلوتاز جلوتاز

جزيء جزاء فالية جزيئية جلوتاز جزء جزيئة جلوتاز مع جلوتاز

---

* سوء جزيء مائية جيلاتي جلوتاز لجدول إيه حمضية دنوجة جدة.

$$= \frac{١}{٣}\ ٢$$

عدد مولات حمض الإيثانويك = عدد مولات الإيثانول المتبقية = ٥ − $\frac{٢}{٣}$ ٢ = $\frac{١}{٣}$ ٢ مول

$$\frac{\text{٥ − س}}{\text{٢ + س}} = ٢٫٠ \quad ، \quad \text{٠٫١ − ٢ = ٢ + س}$$

$$\therefore \text{٣ س} = ٨ \qquad \therefore \text{س} = \frac{٨}{٣} = \frac{٢}{١}\ ٢$$

عدد مولات حمض الإيثانويك المتبقية = ٢ + $\frac{٢}{٣}$ ٢ = ٢ + ١ $\frac{١}{٣}$ = ٣ $\frac{١}{٣}$ مول

عدد مولات حمض الإيثانويك = عدد مولات الإيثانول المتبقية = $\frac{٣}{١}$ ؛

	CH_3COOH	+	C_2H_5OH	$\rightleftharpoons$	$CH_3COOC_2H_5$	+	H_2O
عدد مولات البداية	٥		٢		٠		٢
عدد مولات الاتزان	٥ − س		٢ + س		س		٢ + س

$$\frac{[CH_3COOC_2H_5]\,[H_2O]}{[C_2H_5OH]\,[CH_3COOH]} = \frac{(\text{س} + ٢)\,(\text{س} + ٢)}{(\text{٥ − س})\,(\text{٥ − س})} = ٩$$

$$= \frac{(\text{س} + ٢)^{٢}}{(\text{٥ − س})^{٢}} \ ؛$$

$$\sqrt{٩} = \frac{\text{س} + ٢}{\text{٥ − س}}$$

مثال (٢٠٤)

إلى إناء سعته ٨ لتر يحتوي على ٢ مول من N_2O_4 عند ٢٥ °م فكانت قيمة ثابت الاتزان (حسب التعبير بدلالة التركيز) تساوي (٠,٢٥٨) مول/لتر. احسب عدد مولات NO_2 عند الاتزان ($٢,٣٤ \times ١٠^{-٢}$ مول/لتر) وقيمة ثابت الاتزان بدلالة الضغط الجزيئي لـ N_2O_4

$$N_2O_4\,(g) \rightleftharpoons 2NO_2\,(g)$$

الحل :

$$\text{تركيز } N_2O_4 = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{٢}{٨} = ٠,٢٥٠ \text{ مول/لتر}$$

$$\text{تركيز } NO_2 = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{٢,٣٤ \times ١٠^{-٢}}{٢} = ١,١٧ \times ١٠^{-٢} \text{ مول/لتر}$$

$$\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(١,١٧ \times ١٠^{-٢})^2}{(٠,٢٥٠)} = ٥,٢٠ \times ١٠^{-٦}$$

ثابت الاتزان بدلالة التركيز لتفاعل متزن درجة حرارته ثابتة هو مقدار ثابت يساوي حاصل ضرب تراكيز المواد الناتجة مرفوعة كل منها لأس يساوي عدد مولاته في المعادلة الموزونة مقسوماً على حاصل ضرب تراكيز المواد المتفاعلة مرفوعة كل منها لأس يساوي عدد مولاته في المعادلة الموزونة.

فإذا كانت المعادلة العامة :

$$aA\,(g) + bB\,(g) \rightleftharpoons cC\,(g) + dD\,(g)$$

فإن ثابت الاتزان يعطى بالعلاقة :

إستعمل جميع البيانات الآتية في حساب ثابت الإتزان لتفاعل تصاعد النشادر :

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

$$\text{ثابت الإتزان } K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]\,[H_2]^3} = ٦ \text{ لتر}^2 \text{ مول}^{-2}$$

حيث يمثل المقدار بين قوسين مركزين التركيز المولي عند الإتزان لكل من المواد المتفاعلة والناتجة.

فإذا علمت أن ثابت الإتزان لتفاعل تكوين يوديد الهيدروجين عند درجة الحرارة نفسها يساوي ٤٠ فما تركيز يوديد الهيدروجين عند الإتزان ؟

الحل

$$\text{ثابت الإتزان } K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]\,[I_2]} = ٤٠$$

$$\text{تركيز يوديد الهيدروجين عند الإتزان } (x) = \sqrt{\text{ثابت الإتزان} \times [H_2] \times [I_2]}$$

$$= \sqrt{٤٠ \times ٠,٥ \times ٠,٥} = \sqrt{١٠٠} = ١٠ \text{ مول/لتر}$$

إستعمل جميع البيانات الآتية في حساب ثابت الإتزان لتفاعل تكوين الأمونيا :

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

$$\text{ثابت الإتزان } K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]\,[H_2]^3} = ٦ \text{ لتر}^2 \text{ مول}^{-2}$$

حيث يمثل المقدار بين قوسين مركزين التركيز المولي عند الإتزان لكل من المواد المتفاعلة والناتجة.

فإذا علمت أن ثابت الإتزان لتفاعل تكوين يوديد الهيدروجين عند درجة الحرارة نفسها يساوي ٤٠ فما تركيز يوديد الهيدروجين عند الإتزان ؟

الحل

$$\text{تركيز يوديد الهيدروجين عند الإتزان } (x) = \frac{\text{ثابت الإتزان} \times [H_2] \times [I_2]}{\text{تركيز يوديد الهيدروجين}} = \frac{٤}{١}$$

ثم نأخذ الجذر التربيعي :

$$x = \frac{٤}{١} = ٢ \text{ مول/لتر}$$

$$\therefore x = ٢ \times ٢ = ٤ \text{ مول}$$

$$\text{ثابت الإتزان } K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]\,[I_2]} = \frac{(٤)^2}{(١)\,(١)} = ١٦$$

إستعمل جميع البيانات الآتية في حساب ثابت الإتزان لتفاعل تكوين الأمونيا :

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

$$\text{ثابت الإتزان } K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]\,[H_2]^3} = \frac{(٨)^2}{(٤)\,(٢)^3} = ٢ \text{ لتر}^2 \text{ مول}^{-2}$$

حيث يمثل المقدار بين قوسين مركزين التركيز المولي عند الإتزان لكل من المواد المتفاعلة والناتجة.

فإذا علمت أن ثابت الإتزان لتفاعل تكوين يوديد الهيدروجين عند درجة الحرارة نفسها يساوي ٤٠ فما تركيز يوديد الهيدروجين عند الإتزان ؟

الحل

$$\text{تركيز يوديد الهيدروجين عند الإتزان } (x) = \frac{\text{ثابت الإتزان} \times [H_2] \times [I_2]}{\text{تركيز يوديد الهيدروجين}} = \frac{٤}{١}$$

ثم نأخذ الجذر التربيعي :

$$x = \frac{٤}{١} = ٢ \text{ مول/لتر}$$

$$\therefore x = ٢ \times ٢ = ٤ \text{ مول}$$

$$\text{ثابت الإتزان } K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]\,[I_2]} = \frac{(٤)^2}{(١)\,(١)} = ١٦$$

$$2NO_2\,(g) \rightleftharpoons N_2O_4\,(g)$$

درجة استواء في هذه درجة حرارة معينة وضغط معين

ثابت الاتزان (K_c)

$$K_c = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$$

$$\therefore K_c = K_c\,(RT)^{-1} \quad \ldots(٢٠)$$

$$\Delta n = ١ - ٢ = -١$$

وحدات ثابت الاتزان تعتمد على وحدات التركيز ووحدات n

في الغاز المثالي Δn تكون في هذه الحالة صفر فيكون ثابت الاتزان

$$K_p = K_c\,(RT)^{0}$$

$$K_p = K_c$$

في حالة Δn تكون في هذه الحالة موجبة أو سالبة فيكون ثابت الاتزان

$$K_p = K_c\,(RT)^{\Delta n}$$

مثال (٢٠)

اكتب ثابت الاتزان في هذه التفاعلات المتزنة وحدد وحدات كل منها:

$$2NH_3\,(g) \rightleftharpoons N_2\,(g) + 3H_2\,(g)$$

$$K_c = \frac{[N_2]\,[H_2]^3}{[NH_3]^2}$$

$$\Delta n = ٤ - ٢ = ٢$$

$$K_p = K_c\,(RT)^{٢}$$

$$K_p = \frac{[N_2]\,[H_2]^3}{[NH_3]^2}\,(RT)^{٢}$$

وحدات ثابت الاتزان K_p هي $(atm)^2$

$$\frac{\left(\frac{[NH_3]}{RT}\right)^2}{\left(\frac{[N_2]}{RT}\right)\left(\frac{[H_2]}{RT}\right)^3} = K_c$$

$$\frac{[NH_3]^2}{(RT)^2} \times \frac{(RT)^4}{[N_2]\,[H_2]^3} =$$

$$= K_p\,(RT)^2$$

وحدات ثابت الاتزان K_p هي $(atm)^{-2}$

$$\frac{(H_2\ \text{مول})\ (Cl_2\ \text{مول})}{(HCl\ \text{مول})^2} = \text{ثابت الاتزان} = ق = ٩ \quad \therefore$$

حيث إن قانون فعل الكتلة يعبر عن العلاقة بين تركيز المواد المتفاعلة والناتجة عند حالة الاتزان الكيميائي عند درجة حرارة ثابتة. هذه العلاقة تسمى قانون فعل الكتلة الذي ينص على أنه عند اتزان التفاعل الكيميائي عكوس تكون النسبة بين حاصل ضرب تركيزات المواد الناتجة مرفوعة كل منها لأس يساوي عدد مولاته في المعادلة الموزونة إلى حاصل ضرب تركيزات المواد المتفاعلة مرفوعة كل منها لأس يساوي عدد مولاته في المعادلة الموزونة عند درجة حرارة ثابتة.

مثال (٢٠٢٧) :

اكتب العلاقة بين تركيزات المواد المتفاعلة والناتجة عند حالة الاتزان الكيميائي للتفاعل الذي معادلته الموزونة :

$$2HCl \rightleftharpoons H_2 + Cl_2$$

الحل :

عدد مولات HCl في المعادلة الموزونة = ٢

عدد مولات H_2 في المعادلة الموزونة = ١

عدد مولات Cl_2 في المعادلة الموزونة = ١

$\therefore$ الفرق = ٢ − ١ − ١

$\therefore$ ثابت الاتزان $ق = \dfrac{(H_2\ \text{مول})\ (Cl_2\ \text{مول})}{(HCl\ \text{مول})^2}$

مثال (٢٠٢٦)

احسب العلاقة بين تركيزات المواد المتفاعلة والناتجة عند حالة الاتزان الكيميائي للتفاعل الذي معادلته الموزونة : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ إذا علمت أن تركيز N_2 عند الاتزان = ٢,٠٢ مول/لتر ، H_2 = ٢٠,٢٢ مول/لتر ، NH_3 = ٦,٧٤ مول/لتر

الحل

عذٰه

ەەصلهٰ دفمثلٰ بثه : $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

$$ق_{سـ} = \frac{(ك_{NH_3})^2}{(ك_{N_2})(ك_{H_2})^3} = \frac{(٣,٠٣)^2}{(٦,٧٤)(٢٠,٢٣)^3}$$

$= ١,٦٥ \times ١٠^{-٤}$

$ق_م = ق_{سـ} (ذ س)^{(-٢)-(-٤)} = (١,٦٥ \times ١٠^{-٤}) [(٠,٠٨٢)(٤٠٠ + ٢٧٣)]^{٢+}$

$= ١,٦٥ \times ١٠^{-٤} \times [(٠,٠٨٢)(٦٧٣)]^2 = ٠,٥٠٠$

٤. فتلٰه حبجهٰ ەەصلهٰ دفمثلٰ حهمفهٰ حجبهٰ حسثلهٰ دثهٰ:

$$\frac{1}{2} N_2 + \frac{3}{2} H_2 \rightleftharpoons NH_3$$

ٱستبهٰ دهبهٰ دهصلهٰ دەصلهٰ دفمثلٰ حەه

$$ق_{سـ} = \frac{(ك_{NH_3})}{\sqrt{(ك_{N_2})^{\frac{1}{2}} (ك_{H_2})^{\frac{3}{2}}}} = \sqrt{١,٦٥ \times ١٠^{-٤}}$$

$= ١,٢٨ \times ١٠^{-٢}$

٦ . ٢ ەفلسثهٰ دٱستبهٰ دهبهٰ ەەصلهٰ دەصلهٰ بلٰ دفمثلٰ كٰ ەەبٱتبهٰ

دحذٰ حجبهٰ دفمثلٰ كٰ ەەبٱتبهٰ ەەصهٰ حبهٰ دتبهٰ دثهٰ فتلٰه دثهٰ ەەصهٰ دثهٰ ەەصهٰ دثهٰ ەەصهٰ

ثابت اتزان تفاعل متجانس في محلول:

$$4H_2(g) + Fe_3O_4(s) \rightleftharpoons 3Fe(s) + 4H_2O(g)$$

$$K_c = \frac{[H_2O]^4}{[H_2]^4}$$

ثابت اتزان تفاعل متجانس في محلول مخفف

يمكن تعيين ثابت الاتزان لتفاعل في محلول مخفف عن طريق قياس الضغط الأسموزي للمحلول. ويعتمد الضغط الأسموزي على عدد جزيئات المذاب في المحلول وليس على نوعها. ويمكن حساب الضغط الأسموزي لمحلول مخفف من المعادلة التالية التي تشبه إلى حد كبير المعادلة التي تعبر عن العلاقة بين الضغط والحجم والحرارة في حالة الغازات:

$$\pi = [CO_2]RT = \text{الضغط الأسموزي} = \pi$$

$$\text{عدد المولات} = \text{التركيز المولاري} = M$$

$$\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = M$$

حيث π الضغط الأسموزي بالضغط الجوي، M التركيز المولاري، R ثابت الغازات ويساوي 0.082 لتر جو/درجة مطلقة/مول، T درجة الحرارة المطلقة.

ثابت اتزان تفاعل متجانس في محلول مخفف حمضي:

$$CaO + CO_2 \rightleftharpoons CaCO_3$$

$$K_c = \frac{[CaO]\,[CO_2]}{[CaCO_3]} \cdot \frac{M \times M}{M} = K_\pi$$

وللتأكد من صحة إجابتك يمكنك حساب كمية الحمض المتبقية بعد التفاعل بين كل من كحول الإيثانول وحمض الإيثانويك، ثم مقارنة النتائج بالكمية المعطاة في المسألة.

٤. تفاعل حمض الإيثانويك مع كحول الإيثانول :

إن تفاعل حمض الإيثانويك مع كحول الإيثانول يعرف بتفاعل الأسترة، ويمكن تمثيله بالمعادلة الكيميائية الآتية :

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

حمض الإيثانويك + كحول الإيثانول ⇌ إيثانوات الإيثيل + الماء

وهو تفاعل بطيء وانعكاسي، أي يحدث في الاتجاهين في الوقت نفسه، ويصل إلى حالة اتزان ديناميكي عندما تتساوى سرعة التفاعل الأمامي مع سرعة التفاعل العكسي، ويتكون خليط متزن يحتوي على المتفاعلات والنواتج معًا. ويمكن تسريع الوصول إلى حالة الاتزان باستخدام حمض الكبريتيك المركز كعامل مساعد، مع ملاحظة أن وجوده لا يؤثر في مقدار الكمية المتكونة من النواتج عند الاتزان، وإنما يؤثر في الزمن اللازم للوصول إليه فقط.

ثوسد چرەسلاڤ دڤد دىوەد چوبللا لە ھىدڤدا چدھەوڵەدا ھڤدەوڵەدا دڤەم چڕاد بوبللا دھڕدچ لسەوڵللا دڤىدڤەدا چدھەوڵەدا ەڕاەد ھقەچ لدڤەدا چوبللا دىەەد چھىچ ڕە ھەدل ھڕدچڕەدا چ٢دڤد چەسلاوىسد ەچد دىڤدا دھدداد چھەوڵ ڕە ىلچڤد ەو٢ لەسد دىڤدا لە سلاوىسد ھەوڵ ھڤدەوڵەدا ھڤدەوڵەدا دھەم ڕەسد چوبللا ھ٢ ڕچڕ لىلل دڤىسد ھ٢ ھھڵل لىھىدا دەھ چڕەد٢ دەەد لەسد دىڤدا لە سلاچڤ چدھەوڵەدا (دھەوڵەدا چىلچڤ چەەوڵ فاللد ەولىلاد ھ٢ ھوللد لە ثەسد ھڕدچڕەدا چ٢دڤد چسلاوىسد ھڕدچڕەدا چ٢دڤد ھ٢ ھوللد لە ڕەسد ھڕدچڕەدا چ٢دڤد چسلاوىسد ھڕدچڕەدا دھەوڵەدا ھڤدەوڵەدا ھ٢ سڤدا ەولىلاد دڤىدڤەدا ھڤدەوڵەدا ھ٢ سڤدا ەولىلاد دھەوڵەدا ھڤدەوڵەدا ھ٢ سڤدا ەولىلاد دڤىسد ھ٢ ھوللد لە ڕەسد ھڕدچڕەدا ھڤدەوڵەدا ھ٢ سڤدا ەولىلاد دڤىدڤەدا ھڤدەوڵەدا ھ٢ سڤدا ەولىلاد دھەوڵەدا ھڤدەوڵەدا ھ٢ سڤدا ەولىلاد

$$N_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

١ ھەوڵ	١ ھەوڵ	٢ ھەوڵ
١ ھڤدەوڵ	١ ھڤدەوڵ	٢ ھڤدەوڵ

ڤللد ثەڤد لھەوڵ ھلىچاد ھ٢ ھوللد ڕڤ٢ لە ھوللد چڤدھ :

ڕڤ٢ ھوللد ھوڵ ھوللد چەەوڵ ھوڵ ھوللد چھەوڵ ڕە ھڤدەوڵ ھوڵ ھوللد چەەوڵ

$$H_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

١ ھەوڵ	٣ ھەوڵ	٢ ھەوڵ
١ ھڤدەوڵ	٣ ھڤدەوڵ	٢ ھڤدەوڵ

سڤد ھەوڵ چھىدڤد چھەوڵ چەەوڵ ڤللد ڕە ھڤدەوڵ ھلھ : سڤدەوڵ

ڕڤ٢ ھىدڤد چھەوڵ ڕە ھڤدەوڵ چەەوڵ ھلھ ھ٢ ھوللد ھلھ ھڤد سڤدەوڵ ەولىلاد ھ٢ ھوللد ھلھ ھڤد سڤدەوڵ ھڤدەوڵ ھ٢ ھوللد ھلھ ھڤد سڤدەوڵ

تأثير درجة الحرارة :

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

إذا تم رفع درجة حرارة المخلوط المتزن (حجم ثابت) عند المقارنة بدرجة حرارة الاتزان الأصلية فإن المخلوط يكتسب طاقة حرارية إضافية ويحاول التخلص من هذه الطاقة الإضافية عن طريق التفاعل الذي يمتص الحرارة.

أي بمعنى أن درجة حرارة المخلوط المتزن تؤثر في اتجاه التفاعل الكيميائي.

أ) فإذا كانت درجة حرارة التفاعل الطاردة للحرارة تزداد فإن الاتزان يتحرك في اتجاه التفاعل الماص للحرارة وبالتالي تقل كمية المواد الناتجة.

ب) فإذا كانت درجة حرارة التفاعل الماص للحرارة تزداد فإن الاتزان يتحرك في اتجاه التفاعل الطارد للحرارة وبالتالي تزداد كمية المواد الناتجة.

تطبيق :

$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g) \quad \Delta H = -91,05 \text{ كيلو إنداد}$$

إذا أردنا زيادة كمية المواد الناتجة في التفاعل السابق فإن ذلك يتطلب :

كيفية تحرك الاتزان :

$$2NH_3(g) \longrightarrow N_2(g) + 3H_2(g) \quad \Delta H = +91,05 \text{ كيلو إنداد}$$

لذا فإذا تم زيادة درجة حرارة التفاعل فإن الاتزان يتحرك في اتجاه التفاعل الماص للحرارة وبالتالي تزداد كمية المواد الناتجة في التفاعل الطردي وتقل كمية المواد المتفاعلة.

10^{-5} ثابت	25^{-5} ثابت	مقياس ثابت
حاله اتزان كيميائي	اتزان كيميائي	تفاعل اتزاني متجانس
NO_2 حاله متجانسه	$N_2O_4+NO_2$ خليط	N_2O_4 حاله متجانسه

لحظة (٢٠) خلط حدد تركيز NO_2 في حاله متجانسه إلى لحظة (٢٠) ماذا يحدث لتركيز NO_2 ؟ ولماذا ؟ حيث تم تفكك جزء من N_2O_4 لتكوين NO_2 .

$$2NO_2\,(g) \rightleftharpoons N_2O_4\,(g)$$

تزداد قيمة ثابت الاتزان K_c بزيادة تركيز المواد الناتجة في حاله متجانسه وتقل قيمة ثابت الاتزان K_c بزيادة تركيز المواد المتفاعلة في حاله متجانسه. ماذا يحدث لقيمة ثابت الاتزان K_c عند تغير درجة الحرارة ؟ ولماذا ؟ حيث تم تفكك جزء من N_2O_4 لتكوين NO_2 . ماذا يحدث لتركيز NO_2 ؟ ولماذا ؟ حيث تم تفكك جزء من N_2O_4 لتكوين NO_2 .

$2NO_2\,(g) \rightleftharpoons N_2O_4\,(g)$ $\Delta H = -57.08$ كيلو إنداز	
مادة فعالة	يزداد تركيزها



لماذا يحدث خلط حجم من محلول حمض الهيدروكلوريك مع حجم مساوٍ من محلول هيدروكسيد الصوديوم ؟ وما نوع التفاعل ؟ وما معادلته ؟

مثال: محلول مائي لكبريتيد الصوديوم حجمه ٢٥ مل تركيزه $٠,٢$ مول/لتر يتفاعل مع ٣٠ مل من محلول حمض الهيدروكلوريك تركيزه ٠,١ مول/لتر. احسب تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول الناتج.

الحل:

$$Na_2S + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2S$$

عدد مولات Na_2S = $٠,٢ \times \frac{٢٥}{١٠٠٠} = ٠,٠٠٥$ مول

عدد مولات HCl = $٠,١ \times \frac{٣٠}{١٠٠٠} = ٠,٠٠٣$ مول

بما أن Na_2S يتفاعل مع HCl بنسبة ١ : ٢، فإن ٠,٠٠٣ مول من HCl تتفاعل مع ٠,٠٠١٥ مول من Na_2S، وهذا أكبر من المتوفر، إذن HCl هو المتفاعل المحدد.

عدد مولات Na_2S المتبقية = $٠,٠٠٥ - ٠,٠٠١٥ = ٠,٠٠٣٥$ مول

عدد مولات $NaCl$ الناتجة = ٠,٠٠٣ مول

الحجم الكلي = ٢٥ + ٣٠ = ٥٥ مل = ٠,٠٥٥ لتر

تركيز Na_2S المتبقي = $\frac{٠,٠٠٣٥}{٠,٠٥٥} = ٠,٠٦٤$ مول/لتر

تركيز $NaCl$ = $\frac{٠,٠٠٣}{٠,٠٥٥} = ٠,٠٥٤٥$ مول/لتر

تمارين وأسئلة

١. احسب أعداد مولات الأيونات الموجبة والسالبة في محلول كلوريد الصوديوم الذي حجمه ٢٥٠ مل وتركيزه ٠,٢ مول/لتر.

٢. احسب أعداد مولات الأيونات الموجبة والسالبة في محلول كبريتات الصوديوم الذي حجمه ٥٠٠ مل وتركيزه ٠,١ مول/لتر.

٣. احسب تركيز أيونات الهيدروجين في محلول حمض الهيدروكلوريك الذي حجمه ٢٥٠ مل ويحتوي على ٠,٠٠٢ مول من الحمض.

٤. احسب تركيز أيونات الهيدروكسيد في محلول هيدروكسيد الصوديوم الذي حجمه ٥٠٠ مل ويحتوي على ٠,٠٠٤ مول من القاعدة.

٥. لقياس ثابت الاتزان :

$$2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$$

بدأ تفاعل ٠,٩٩٧ مول من HBr في وعاء حجمه ١,٢٤ لتر، فوجد أن تركيز Br_2 عند الاتزان $٠,٣٨ \times ١٠^{-٢}$ مول/لتر. احسب ثابت الاتزان.

٦. احسب تركيز أيونات الهيدروجين في محلول حمض الهيدروكلوريك الذي حجمه ٢٥٠ مل ويحتوي على $٣,٨١ \times ١٠^{-٢}$ مول من الحمض.

ج/ دفعة لونية واحدة تحتوي على ٢٥ ذرة.

د/ ٢ مول من غاز HBr تتفكك في الدفعة اللونية الأولى.

هـ/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

و/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ز/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ح/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ط/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ي/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ك/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ل/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

م/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ن/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

س/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ع/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ف/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ص/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ق/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ر/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ش/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ت/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ث/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

خ/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ذ/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ض/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ظ/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

غ/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

أ/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ب/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

ج/ ٢٥ ذرة من Br$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية.

**د/ ٢٥ ذرة من H$_2$ تتكون في الدفعة اللونية الثانية

چەقەدەر چەمەنتۆ (٩٫٤) . ھێلە شاڵاوەدە HI بۆ چاوە چۆڵ
چەقەدەر؟

وەڵام : ٦٥٥٫١ ھێڵ / ڵیەدە

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

٤٫١ . ڕێژەی ھەوجێ ٠٫٣٠ ھێڵ ڕ ژەنراوە بۆ ھێڵ ماڵێوە ١ ڵیەدە بۆ
چۆڵ چەقەدەر ھەڵمەدە. ٥بۆ ھەمۆڵەدە . ڕێژەی سەرەدە چێڵ
مێژ بڵ ٠٫٣٠ ھێڵ ڕ ژەوجێ .
ئەو چەڵەدە چەمەدە ڕەڤڵە ٤ N = ١
مێژ ھەڵمەدە چەمەڵەدە ڵاوە ڕێژەی ھەڵمەدە چاڵەدە چەڵەوە
بۆ ھێڵەدە چەمەڵەدە (ڕێژە ٠٫٨٠ ٥ ٠٫٢٧ ھێ)

$$2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$$

١٥٠ . ڕێژەی ژەوجێ چەڵەدە :

$$2NOBr \rightleftharpoons 2NO + Br_2$$

ڕێژەی سەرەدە ٥ ٤ ڵەڤ ٥٢ ٢٥ = ١٠٠ ھێ ٠ مێژ ٥ = چڕێژەڵ

٤- لخزان ١٠٠ متر مكعب من AB من سائلة متساوية له ضغط
متساوية.

٥- لخزان ١٠٠ متر مكعب من AB من سائلة متساوية له ضغط
متساوية.

٦- لله متحركة ويجدة حدل من ضغط متساوية ملوءة
خزانات لل لمخلوطة متساوية لكونات موقع ويجدة

$$2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2 \qquad \Delta H = +٩٢٫٤ \text{ ميلة لمول}$$

٧- لحالة متحدة (٠٫٥٦٠٠ متر/ من تحويط متساوية له خزان
متحركة ضمنوعة من لحدة ول ويتلاف له ضغط متساوية
متساوية لمخلوطة متساوية ويجدة

$$2HBr(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Br_2(g)$$

ومحتلة سابقة متشابهة لمخلوطة لمف ضغط متساوية زاوز
عند (٩) من لملوء خزانات متساوية ويتلاف مخلوط.

٨- لكونات ويجدة له ضغط متساوية مخلوطة:

$$A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2AB(g)$$

لـ ٨ متر لخزانة لمخلوطة غير من ٣ متر من AB و ٠٫٥ متر من A_2
و ٠٫٥ متر من B_2. متتج متشابهة لمخلوطة ومتساوية ضغط له
خزان ويتلاف له مخلوطة حدل من خزانة:

٤- متشابهة ٨٠٠ متر من AB لخزانة لمخلوطة له ضغط
متساوية.

فصل الأول: الحموض والقواعد

١ـ٣ الحموض

إنها ذات طعم حامضي تذوبها لنا عند تناول الفواكه الحمضية (مثلاً الحمضيات) وعند شرب الخل (محلول حمض الخل CH_3COOH) وعند تناول الخضار المخللة. كما يوجد حمض الستريك في الليمون والبرتقال وحمض الأسكوربيك في الفليفلة الخضراء والحامضة. وحمض الأسبرين في الأدوية. وحمض الفوسفوريك في المشروبات الغازية. وحمض الكبريت في بطاريات السيارات. وحمض الهيدروكلوريك في المعدة. وحمض النيتريك في صناعة الأسمدة والمتفجرات. وحمض الكبريت في صناعة الأسمدة والمتفجرات والأصباغ والأدوية والمنظفات والورق والبلاستيك والألياف الصناعية. وحمض الفوسفوريك في صناعة المشروبات الغازية والأسمدة. وحمض النيتريك في صناعة الأسمدة والمتفجرات والأصباغ والأدوية والمنظفات والورق والبلاستيك والألياف الصناعية. وحمض الكبريت في بطاريات السيارات. وحمض الهيدروكلوريك في المعدة. وحمض الستريك في الليمون والبرتقال وحمض الأسكوربيك في الفليفلة الخضراء والحامضة. وحمض الأسبرين في الأدوية. وحمض الفوسفوريك في

يلاحظ بأن أيون الصوديوم ناتج أيون الهيدروكسيد من تفكك كل من هيدروكسيد الصوديوم والميثانول :

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(\ell) \quad \ldots (٩)$$

ماتزا إ تطلل عنا ةعنق لمعا ($C_{12}H_{22}O_{11}$ ةنتموز) ةو ةحلمدول (CH_3OH) له هنا دقعم نأ عنا هشا ةفيظول ةضفدا ةلاو دقم وهو لاح ةعنا إ ةيلا ةعرقا لا عنم له هنا هدامتسإ نمكا ولحم عنا إ ةيلا :

مولا مولا لا لدهتملدا : ولحا هليوطشلا هشلتمدا ةيجلا

إ ةيلا مولا إ له ةنتمم مولطلدا ةيلمع :

$$C_{12}H_{22}O_{11}(s) \longrightarrow C_{12}H_{22}O_{11}(aq) \quad \ldots (١٠)$$

$$CH_3OH(\ell) \longrightarrow CH_3OH(aq) \quad \ldots (١١)$$

ولحا هلم سمدا ةلاو هتيحلا هذيب ح ةمدقلا تمدقلا (مل ٥٠ إ

إهتلا ةلهتب ح لدهتم هلم إهتلا تمدقلا (ولدم هيلا ةلاحلا

لهتملا له هنا نمتا إمنلا ةلمتحملإ نلا إمنلا ةلمتحصلت مح مهم ةلاو تنلا

ةيميوبإ لالمإ.

ماما هذا تمت ح هلما ميميوبإ سلاا تادمتعملا إسنلا ح مولا

ةنمتا دوجولا لهتملا له هنا نمتا إمنلا ةلمتحملإ (OH^- إمنلا ةلمتحصلت)

. مح ةليوفصلا نلا $NaOH$ و KOH ولحتم :

$$Na^+OH^-(s) \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq) \quad \ldots (٧)$$

$$K^+OH^-(s) \longrightarrow K^+(aq) + OH^-(aq) \quad \ldots (٨)$$

ولاا مولا بلاط إ ةلا ةعرقا ح إ ةلا ةدمتعملا تنلا سلاا . ولم ةلاح

ةعنا دوجولا ةعرقا ةميميوبإ سلاا لا تنلا سلاا هلوحإ لهتملا

إمنلا ةلمتحملإ هنا نمتا إمنلا ةلمتحصلت هنا هلما ميميوبإ ةمهملا

ةنتا (ةيلاتلا ةهمعلملا) :

$$H^+(aq) + Cl^-(aq) + Na^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(\ell) + Na^+(aq) + Cl^-(aq)$$

إمنلا ةلمتحملا هنا سلاا ةنتا سلاا ميميوبإ سلاا

ولحا هلم سمدا ةلاو هتيحلا هذيب ح ةمدقلا تمدقلا (مل ٥٠ إ

إهتلا ةلهتب ح لدهتم هلم إهتلا تمدقلا (ولدم هيلا ةلاحلا

سؤال: كيف تحضر محلول حمض ضعيف إذا توافرت لديك كمية قليلة من الحمض المركز (فيه أقل تركيز ممكن لديك في المعمل) وكمية كبيرة من الماء المقطر؟ وما الأدوات التي تحتاجها لذلك؟

الإجابة: نحتاج إلى كمية من الماء المقطر أكبر من كمية الحمض المركز، ثم نضيف الحمض المركز إلى الماء المقطر وليس العكس، ونستخدم الأدوات التالية: (دورق حجمي، ماصة حجمية، سحاحة، حامل السحاحة، بيشر).

معادلة تأين :

معادلة تأين الحمض الضعيف هي معادلة تعبر عن تأين الحمض في الماء وتكون على الصورة (المتفاعلات يتكون منها النواتج).

$$HF(aq) \rightleftharpoons H^{+}(aq) + F^{-}(aq) \quad \dots (١٢)$$

$$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^{+}(aq) + CH_3COO^{-}(aq) \quad \dots (١٣)$$

$$NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH^{+}_4(aq) + OH^{-}(aq) \quad \dots (١٤)$$

ثابت التأين هو ثابت الاتزان الخاص بتفاعل تأين الحمض الضعيف في الماء، فعند إضافة حمض ضعيف إلى الماء فإنه يتأين جزئيا، ويعبر عن مدى تأين الحمض الضعيف بثابت التأين K_a ويعبر عن مدى تأين القاعدة الضعيفة بثابت التأين K_b ويعبر عن مدى تأين الماء بثابت التأين K_w ويعبر عن مدى تأين الأملاح بثابت التميؤ K_h.

ثابت تأين الحمض الضعيف K_a هو ثابت الاتزان الخاص بتفاعل تأين الحمض الضعيف في الماء، ويعبر عن مدى تأين الحمض الضعيف في الماء، فكلما زادت قيمة K_a كلما كان الحمض أقوى، وكلما قلت قيمة K_a كلما كان الحمض أضعف.

ثابت تأين القاعدة الضعيفة K_b هو ثابت الاتزان الخاص بتفاعل تأين القاعدة الضعيفة في الماء، ويعبر عن مدى تأين القاعدة الضعيفة في الماء، فكلما زادت قيمة K_b كلما كانت القاعدة أقوى، وكلما قلت قيمة K_b كلما كانت القاعدة أضعف.

ثابت تأين الماء K_w هو ثابت الاتزان الخاص بتفاعل تأين الماء، ويعبر عن مدى تأين الماء، فكلما زادت قيمة K_w كلما كان الماء أكثر تأينا، وكلما قلت قيمة K_w كلما كان الماء أقل تأينا، وقيمة K_w عند درجة حرارة $25^{\circ}C$ تساوي 1×10^{-14}.

$$Ag^{+}Cl^{-}(s) \rightleftharpoons Ag^{+}(aq) + Cl^{-}(aq) \quad \ldots (١٥)$$

عند حدوث عملية ذوبان كلوريد الفضة في الماء النقي تتكون أيونات الفضة (Ag^{+}) وأيونات الكلوريد (Cl^{-}) بتركيز متساوٍ في المحلول المشبع.

$$\text{ذوبانية كلوريد الفضة} = \frac{\text{عدد مولات كلوريد الفضة}}{\text{حجم المحلول باللتر}} = \frac{\frac{١٤٣,٥}{١٤٣,٥}\text{ مول}}{١\text{ لتر}}$$

$$= ٠,٠٠١\text{ مول/لتر}$$

في لتر واحد من المحلول المشبع يوجد $٠,٠٠١ \times ٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}$ أيون فضة.

ومن المعلوم أن كتلة مول واحد من كلوريد الفضة تساوي ١٤٣,٥ جرام.

وعند تطبيق قانون فعل الكتلة (١٧) على تفاعل تأين كلوريد الفضة نجد أن:

$$K_{sp} = [Ag^{+}_{aq}]\,[Cl^{-}] = (٠,٠٠١)^{٢} = ١٠^{-٦}\ \text{مول}^{٢}/\text{لتر}^{٢}$$

وهذه القيمة تسمى حاصل الإذابة لكلوريد الفضة.

وبالمثل يمكن حساب حاصل الإذابة لكبريتات الباريوم ($BaSO_4$) وهيدروكسيد الحديد III ($Fe(OH)_3$) وكبريتيد الزنك (ZnS) وغيرها.

ويمكن تعريف حاصل الإذابة بأنه حاصل ضرب تركيزات أيونات المادة الصلبة في محلولها المشبع، كل تركيز مرفوع لأس يساوي عدد أيونات هذا النوع في الصيغة الكيميائية للمادة الصلبة.

فمثلاً في محلول مشبع من كلوريد الفضة يكون حاصل الإذابة = حاصل ضرب تركيز أيونات الفضة في تركيز أيونات الكلوريد.

$$\therefore K_{sp} = [Ag^{+}] \times [Cl^{-}] = ١٠^{-٦}\ \text{مول}^{٢}/\text{لتر}^{٢}$$

وفي محلول مشبع من كبريتات الباريوم يكون حاصل الإذابة = حاصل ضرب تركيز أيونات الباريوم في تركيز أيونات الكبريتات.

$$\therefore K_{sp} = [Ba^{++}] \times [SO_4^{--}] = ١٠^{-١٠}\ \text{مول}^{٢}/\text{لتر}^{٢}$$

وفي محلول مشبع من هيدروكسيد الحديد III يكون حاصل الإذابة = حاصل ضرب تركيز أيونات الحديد III في تركيز أيونات الهيدروكسيد.

$$\therefore K_{sp} = [Fe^{+++}] \times [OH^{-}]^{٣} = ١٠^{-٣٨}\ \text{مول}^{٤}/\text{لتر}^{٤}$$

وفي محلول مشبع من كبريتيد الزنك يكون حاصل الإذابة = حاصل ضرب تركيز أيونات الزنك في تركيز أيونات الكبريتيد.

$$\therefore K_{sp} = [Zn^{++}] \times [S^{--}] = ١٠^{-٢٢}\ \text{مول}^{٢}/\text{لتر}^{٢}$$

ثابت التأين

عند إذابة حمض ضعيف في الماء النقي يتأين جزء من جزيئاته إلى أيونات، ويصل المحلول إلى حالة اتزان بين الجزيئات غير المتأينة والأيونات الناتجة عن التأين.

فمثلاً عند إذابة حمض الخليك في الماء النقي يتأين جزء من جزيئاته إلى أيونات الهيدروجين وأيونات الخلات.

$$CH_3COOH \rightleftharpoons H^{+} + CH_3COO^{-} \quad \ldots (١٦)$$

وتعرف ثابت التأين لحمض الخليك بأنه:

$$K = \frac{[H^{+}]\,[CH_3COO^{-}]}{[CH_3COOH]} \quad \ldots (١٦)$$

أما ثابت التأين لهيدروكسيد الأمونيوم (١٤) فهو:

$$K = \frac{[NH^{+}_{4}]\,[OH^{-}]}{[NH_4OH]} \quad \ldots (١٧)$$

وعند تطبيق قانون فعل الكتلة على اتزان تفاعل الماء مع النشادر (الأمونيا) نجد أن:

$$K = \frac{[NH_4OH]}{[NH_3]\,[H_2O]}$$

$$\therefore K \times [H_2O] = K \times ٥٥,٥ = K$$

وهذه القيمة تسمى حاصل الإذابة لهيدروكسيد الأمونيوم ويرمز له بالرمز K_{sp} وتساوي ٥,٥٥ مول/لتر.

ضد حمض	ضد قلوي
$NaOH.KOH$ هيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم	NH_3 أمونيا
$Ca(OH)_2.Ba(OH)_2$	هيدروكسيد أمين الميثيل CH_3NH_2
ملح	أنيلين $C_6H_5NH_2$
$NaCl.K_2SO_4.NaNO_3$	بيريدين C_5H_5N
	$BaSO_4.CaFe_2.AgCl$

أيون الهيدروجين الموجب	H_2S حمض الهيدروكبريتيك	
$HMnO_4$ حمض البرمنجنيك	$HC_6H_7O_6$ حمض الإسكوربيك (فيتامين C)	
H_2CrO_4 حمض الكروميك	H_3PO_4 حمض الفوسفوريك	
$HClO_4$ حمض البيركلوريك	C_6H_5OH فينول	CH_3COOCH_3
HNO_3 حمض النيتريك	HNO_2 حمض النيتروز	أيون هيدروكسيد
$H_2C_2O_4$ حمض الأكساليك		أيون أسيتيد
HBr حمض الهيدروبروميك	HCN حمض الهيدروسيانيك	
	$HCOOH$ حمض الفورميك	
	C_6H_5COOH حمض البنزويك	أيون بنزوات
HI حمض الهيدرويوديك	CH_3COOH حمض الإيثانويك	$C_6H_{12}O_6$ جلوكوز
HCl حمض الهيدروكلوريك	HF حمض الهيدروفلوريك	أيون هيدروكسيد (OH^-)

مقوي ضعيف	مقوي	مقوي قوي
ليفوفلوكساسين	ليفوفلوكساسين	إيفوفلوكساسين

قوي

مقوي ضعيف	مقوي قوي	مقوي

مقوية مقوية ضعيفة تتأين تأيناً كاملاً في الماء وتعطي أيونات الهيدروكسيد OH^- فقط.

مقوية ضعيفة تتأين جزئياً في الماء وتعطي أيونات الهيدروكسيد OH^- فقط.

مقوية قوية تتأين تأيناً كاملاً في الماء وتعطي أيونات الهيدروكسيد OH^- فقط.

(١) مقوية ضعيفة تتأين جزئياً في الماء وتعطي أيونات الهيدروكسيد OH^- فقط.

عند إذابة مقوية ضعيفة مثل الأمونيا NH_3 في الماء فإنها تتفاعل مع الماء وتعطي أيونات الهيدروكسيد OH^- وأيونات الأمونيوم NH_4^+ حسب المعادلة:

$$K = \frac{[NH_4^+]\,[OH^-]}{[NH_3]\,[H_2O]}$$

٢٠٢٠ عدد ثابت تأين الحمض

هو مقياس لقوة الحمض ويعتبر لمعرفة ثابت تأين :

ثابت التأين $\longleftarrow$ $HCl \cdot HSO_4^- \cdot H_3O^+ \cdot H_2O$

معرفة درجة التأين $\longleftarrow$ هو مولي ذائب في محلول للحامض وليكن

$$HX(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + X^-(aq) \quad \dots (٢٠)$$

ومقياس قوة الحمض هو مولي ذائب في محلول للحامض. قوة الحمض تعتمد على درجة تأينه في الماء وكلما زاد تأين الحمض كلما زادت قوته.

ثابت التأين : هو مولي ذائب في محلول للحامض وليكن HX عند درجة حرارة ثابتة فإن H^+ ، X^- ، H_2O ... وعند ... ثابت درجة حرارة له مولي ذائب في محلول للحامض وليكن.

$$HCl + NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$$

(١) مقياس (٢) ثابت (٣) مقياس ذائبة (٤) ثابت ذائبة

(٤) مقياس ذائبة ٢٠٢٠ .٣

مثال (١):

محلول من حمض الإيثانويك تركيزه ٠,١٠ مول/لتر.

أكتب معادلة التأين : اكتب تعبير ثابت الاتزان :

$$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

أكتب تعبير ثابت الاتزان : اكتب تعبير ثابت الاتزان :

$$\frac{[H^+]\ [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = K_a \quad \ldots (٢١)$$

ابحث عن قيمة ثابت الاتزان : ثابت الاتزان لحمض الإيثانويك $1,8 \times 10^{-5}$

أكتب جدول التغير في التركيز : اكتب معادلة التأين واكتب تحتها مباشرة جدول التغير في التركيز :

	$CH_3COOH(aq)$	$\rightleftharpoons$	$H^+(aq)$	+	$CH_3COO^-(aq)$
التركيز الابتدائي	٠,١٠ مول/لتر		صفر		صفر
التغير في التركيز	(٠,١٠ − س) مول/لتر		س		س
التركيز عند الاتزان					

عوض بقيم التركيزات عند الاتزان في تعبير ثابت الاتزان : عوض بقيم التركيزات عند الاتزان (س مول/لتر) في تعبير ثابت الاتزان :

$$\frac{[H^+]\ [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = K_a$$

$$\frac{(س)\ (س)}{(٠,١٠ - س)} = 1,8 \times 10^{-5}$$

مثال سابق قيل المطلوب المقارنة بين قوة الحمض (هـ) السابق ودرجة التأين لحمض آخر تركيزه المولاري يساوي تركيز الحمض السابق ولكن ثابت تأينه يساوي ١٠^-٦ × ٨,١ ، أيهما أقوى ؟ وما العلاقة بين قيمة ثابت التأين (هـ) ودرجة التأين ؟

الحل : المطلوب مقارنة قوة الحمض (هـ) بقوة حمض آخر تركيزه المولاري يساوي تركيز الحمض السابق ولكن ثابت تأينه يساوي ١٠^-٦ × ٨,١ ، أيهما أقوى ؟ وما العلاقة بين قيمة ثابت التأين (هـ) ودرجة التأين ؟

المعطيات : تركيز الحمض السابق = ٠,٠١ مول/لتر ، ثابت تأين الحمض السابق = ١٠^-٥ × ١,٨ ، تركيز الحمض الآخر = ٠,٠١ مول/لتر ، ثابت تأين الحمض الآخر = ١٠^-٦ × ٢,١

المطلوب : مقارنة قوة الحمض السابق بقوة الحمض الآخر ، العلاقة بين قيمة ثابت التأين ودرجة التأين

الحل : ثابت تأين الحمض السابق = ١٠^-٥ × ١,٨

$$\text{هـ}^{٢} = ١,٨ \times ١٠^{-٥} \times ٠,٠١$$

$$\text{هـ} = \sqrt{١,٨ \times ١٠^{-٧}} = ٤,٢ \times ١٠^{-٤}$$

$$\text{درجة التأين} = \frac{\text{هـ}}{\text{تركيز الحمض}}$$

$$= \frac{٤,٢ \times ١٠^{-٤}}{٠,٠١} \times ١٠٠$$

$$= ٤,٢\%$$

ثابت تأين الحمض الآخر = ١٠^-٦ × ٢,١

$$\text{هـ}^{٢} = ٢,١ \times ١٠^{-٦} \times ٠,٠١$$

$$\text{هـ} = \sqrt{٢,١ \times ١٠^{-٨}} = ١,٤٥ \times ١٠^{-٤}$$

$$\text{درجة التأين} = \frac{١,٤٥ \times ١٠^{-٤}}{٠,٠١} \times ١٠٠$$

$$= ١,٤٥\%$$

درجة تأين الحمض السابق > درجة تأين الحمض الآخر

∴ الحمض السابق أقوى من الحمض الآخر

العلاقة بين ثابت التأين ودرجة التأين لحمض ضعيف أحادي القاعدة :

$$\text{هـ}^{٢} = \frac{\text{هـ} \times \text{هـ}}{\text{تركيز الحمض}}$$

$$\text{هـ}^{٢} = \text{تركيز الحمض} \times \text{هـ}^{٢}$$

$$\text{هـ} = \text{تركيز الحمض} \times \text{هـ}$$

$$\text{هـ} = \frac{\text{هـ}}{\text{تركيز الحمض}}$$

سؤال وجّه الطالب أن يحسب كم (٥٪) تتأين حامض ٠,١ مولاري إذا علم أن (K_a) تساوي $1,9 \times 10^{-5}$.

$$K_a = \frac{[H^+]\,[CN^-]}{[HCN]}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times [HCN]}$$

$$[H^+] = \sqrt{1,9 \times 10^{-5} \times 0,1}$$

$$[H^+] = 1,9 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{تأين} = \frac{[H^+]}{[HCN]} \times 100$$

$$\text{تأين} = \frac{1,9 \times 10^{-3}}{0,1} \times 100$$

$$\text{تأين} = 1,9\,\%$$

الحل :

$$K_a = \frac{(x)(x)}{(0,2 - x)}$$

$$(0,2 - x) \approx 0,2$$

$$K_a = (0,2)(1,9 \times 10^{-5})$$

$$x = \sqrt{3,8 \times 10^{-6}}$$

$$x = 1,9 \times 10^{-3}$$

$$[H^+] = 1,9 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر}$$

$$\text{تأين} = \frac{1,9 \times 10^{-3}}{0,2} \times 100$$

$$\text{تأين} = 0,95\,\%$$

مثال حلل الطالب تأين حامض HCN تركيزه ٠,٢ مولاري علماً أن (K_a) تساوي $4,9 \times 10^{-10}$.

الحل :

$$HCN(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CN^-(aq)$$

$$K_a = \frac{[H^+]\,[CN^-]}{[HCN]}$$

$$K_a = 4,9 \times 10^{-10} \quad \text{(من الجدول)}$$

بما أن الحامض تأين بنسبة أقل من ١٪ فإن تركيز أيون الهيدروجين الناتج يمكن إهماله.

$$\text{تأين} = \frac{[H^+]}{[HCN]} \times 100$$

$$\text{تأين} = \frac{\sqrt{K_a \times [HCN]}}{[HCN]} \times 100$$

$$\text{تأين} = \frac{\sqrt{4,9 \times 10^{-10} \times 0,2}}{0,2} \times 100$$

$$\text{تأين} = 0,0049\,\%$$

تمرين ٦ – حساب pH لمحلول منظم

المطلوب (أ):

حساب تركيز أيون الهيدروجين في محلول يحتوي على ٠,١ مول/لتر من حمض الإيثانويك (حمض الخليك) و ٠,١ مول/لتر من إيثانوات الصوديوم.

الحل:

(أ) تركيز أيون الهيدروجين في المحلول المنظم

$$HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$$

$$K_a = \frac{[H^+]\ [F^-]}{[HF]}$$

$$K_a = 1.8 \times 10^{-5}\ (\text{من الجدول})$$

	$HF(aq)$	$\rightleftharpoons$	$H^+(aq)$	+	$F^-(aq)$
التركيز الابتدائي مول/لتر	٠,١		٠		٠,١
التغير مول/لتر	$-x$		$+x$		$+x$
التركيز عند الاتزان مول/لتر	$0.1 - x$		x		$0.1 + x$

بما أن x صغيرة جدًا مقارنة بـ ٠,١ فإن $0.1 \pm x \approx 0.1$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(x)(0.1+x)}{(0.1-x)} \approx \frac{(x)(0.1)}{(0.1)}$$

$$x = 1.8 \times 10^{-5}\ \text{مول/لتر} = [H^+]$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(1.8 \times 10^{-5}) = 4.74$$

(ب) تركيز أيون الهيدروجين بعد إضافة ٠,٠١ مول/لتر من هيدروكسيد الصوديوم

(ج) ٠,١ مول/لتر ٠,١ مول/لتر

الحل:

(أ) التركيز الابتدائي ٠,١ مول/لتر

$$HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$$

$$K_a = \frac{[H^+]\ [F^-]}{[HF]}$$

$$K_a = 1.8 \times 10^{-5}\ (\text{من الجدول})$$

	$HF(aq)$	$\rightleftharpoons$	$H^+(aq)$	+	$F^-(aq)$
التركيز الابتدائي مول/لتر	٠,١		٠		٠,١
التغير مول/لتر	$-x$		$+x$		$+x$
التركيز عند الاتزان مول/لتر	$0.1 - x$		x		$0.1 + x$

بما أن x صغيرة جدًا مقارنة بـ ٠,١ فإن $0.1 \pm x \approx 0.1$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(x)(0.1+x)}{(0.1-x)} \approx \frac{(x)(0.1)}{(0.1)}$$

$$x = 1.8 \times 10^{-5}\ \text{مول/لتر} = [H^+]$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(1.8 \times 10^{-5}) = 4.74$$

(ب) تركيز أيون الهيدروجين بعد إضافة ٠,٠١ مول/لتر من هيدروكسيد الصوديوم

(ج) ٠,١ مول/لتر ٠,١ مول/لتر

مثـــال : ولد نـاتـوع جسـيـم كـتـلـتـه جزاء هومـلـتـه كـيـويـة
إذيـعـدلـتـه لـسـلـعـة مـا بـجـلـعـوع كـهـلـيـة جـلـتـوى أكـثـر جـتـلـة
جـعـومـلـتـه مـن جـزيـء هـثـلـه . إذ أجـب عـتـلـة جـعـومـلـة كـهـلـيـة
جـزئـيـة جـقـدرة هـقـيـس بـوحـدة فـلـك ؟)

$$\text{كـسـيـة إذعـلـة جـزئـيـة} = \frac{\text{جـلـتـوى جـحـتـوى مـن سـعـويـة}}{\text{جـلـتـوى جـقـيـسـة لـسـعـويـة}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{\left(\frac{\text{كـ}}{\text{هـ}}\right)}{\text{٠٫١٠ − هـ}} \left(\frac{\text{١٠٠}}{\text{١}}\right)$$

$$= \frac{\text{هـ}}{\text{٠٫١٠ − هـ}} \left(\frac{\text{١٠٠}}{\text{١}}\right)$$

$$\text{جـلـتـوى جـحـتـوى مـن سـعـويـة} = \frac{\text{٧٫٩ × ١٠}^{-٣} \text{هـ}}{\text{٠٫١٠ − هـ}}$$

$$= \frac{\text{٧٫٩ × ١٠}^{-٣} \text{هـ}}{\text{٠٫١٠ − هـ}} \times ١٠٠$$

$$= ٧٫٩\%$$

$$\text{جـلـتـوى جـقـيـسـة لـسـعـويـة} = \frac{\text{جـلـتـوى جـقـيـسـة جـتـحـدة لـسـعـويـة}}{\text{جـلـتـوى جـحـتـوى مـن سـعـويـة}} \times ١٠٠$$

$$\text{كـسـيـة إذعـلـة جـزئـيـة} = \frac{\text{٢٫٨ × ١٠}^{-٣} \text{هـ}}{\text{٠٫١٠ − هـ}} \times ١٠٠$$

$$= ٢٫٨\%$$

$$\text{قيمة كا}^{2} = \frac{(٢٨٠ - ٢٣٫٢٨)^{٢}}{٢٨٫٢٣} = ٠٫٢٢٨$$

هذه القيمة أصغر من القيمة الجدولية (٣٫٨٤١) عند درجة حرية واحدة (أو لمعرفة أيهما أكبر نقارن القيمة المحسوبة بالقيمة الجدولية عند مستوى دلالة ٠٫٠٥ أو ٥٪ فإذا كانت القيمة المحسوبة أكبر من الجدولية فإن الفرق بين التكرارين المشاهد والمتوقع يعتبر فرقاً جوهرياً أو معنوياً أما إذا كانت القيمة المحسوبة أصغر من الجدولية فإن الفرق بين التكرارين المشاهد والمتوقع يعتبر فرقاً غير جوهري أو غير معنوي أو يرجع إلى الصدفة (المصادفة) ما يؤيد هذا الرأي هو أن القيمة المحسوبة أصغر من الجدولية عند مستوى دلالة ٠٫٠٥ أو ٥٪ وعند درجة حرية واحدة. وإذا كانت القيمة المحسوبة أكبر من الجدولية فإن الفرق يعتبر فرقاً جوهرياً عند مستوى دلالة ٠٫٠٥ أو ٥٪ وعند درجة حرية واحدة.

جدول (۲)

فعالیت چند ترکیب شیمیایی معمولی که بوی خاصی دارند

نام معمولی	حالت فیزیکی در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد و ۱ اتمسفر	نام	ساختار	نقطهٔ جوش (°C)	نقطهٔ ذوب (°C)	جرم مولکولی (g/mol)
بادام تلخ	جامد	بنزالدهید	C_6H_5CHO	۱۷۹	−۲۶	۱۰۶٫۱۲
موز	جامد	ایزوآمیل استات	$CH_3COOCH_2CH_2CH(CH_3)_2$	۱۴۲	−۷۸	۱۳۰٫۱۹
ماهی	مایع	تری‌متیل‌آمین	$(CH_3)_3N$	۳	−۱۱۷	۵۹٫۱۱
سیب	جامد	اتیل بوتانوات	$CH_3CH_2CH_2COOCH_2CH_3$	۱۲۱	−۶۵	۱۱۶٫۱۶
گوجه	مایع	متانوئیک اسید	$HCOOH$	۱۰۱	۸	۴۶٫۰۳
نارنج	مایع	اتیل بوتانوات	$CH_3COOCH_2CH_3$	۱۲۶	−۷۳	۱۱۶٫۱۶
بنفشه	مایع	بنزیل الکل	$C_6H_5CH_2OH$	۲۰۵	−۱۵	۱۰۸٫۱۴
گوجه	جامد	بنزالدهید	C_6H_5CHO	۱۷۹	−۲۶	۱۰۶٫۱۲
موز	جامد	ایزوآمیل استات	$CH_3COOCH_2CH_2CH(CH_3)_2$	۱۴۲	−۷۸	۱۳۰٫۱۹
ماهی	مایع	تری‌متیل‌آمین	$(CH_3)_3N$	۳	−۱۱۷	۵۹٫۱۱
گوجه	مایع	متانوئیک اسید	$HCOOH$	۱۰۱	۸	۴۶٫۰۳
نارنج	مایع	اتیل بوتانوات	$CH_3COOCH_2CH_3$	۱۲۶	−۷۳	۱۱۶٫۱۶
بنفشه	مایع	بنزیل الکل	$C_6H_5CH_2OH$	۲۰۵	−۱۵	۱۰۸٫۱۴

فعالیت: موجودهای مختلف بوهای گوناگونی دارند. آیا همهٔ موجودهای جاندار بو دارند؟

فعالیت: موجودهای مختلف بوهای گوناگونی دارند. آیا همهٔ موجودهای جاندار بو دارند؟

به طبقهٔ بندی جدیدی که بتواند همهٔ موجودهای معمولی را در خود جای دهد، نیاز داریم. این طبقه‌بندی باید طوری باشد که هیچ موجود جاندار دیگری از آن جا نماند.

طبقه‌بندی موجودها

$$H_3PO_4(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + H_2PO_4^-(aq) \quad \dots (٢٢)$$

$$K_{a_1} = \frac{[H^+]\ [H_2PO_4^-]}{[H_3PO_4]} = ٧,٥ \times ١٠^{-٣} \quad \dots (٢٣)$$

$$H_2PO_4^-(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HPO_4^{2-}(aq) \quad \dots (٢٤)$$

عندما تتحد أيون الهيدروجين الناتج من تأين حمض الفوسفوريك مع أيون الهيدروجين الناتج (٢) من تأين أيون الهيدروجين الفوسفاتي الناتج من تأين حمض الفوسفوريك يتكون أيون الفوسفات الذي يتأين بدوره معطيا أيون الهيدروجين الناتج الثالث. ويمكن كتابة معادلة تأين أيون الهيدروجين الفوسفاتي كما يلي:

$$HPO_4^{2-}(aq) \rightleftharpoons PO_4^{3-}(aq) + H^+(aq) \quad \dots (٢٦)$$

$$K_{a_3} = \frac{[H^+]\ [PO_4^{3-}]}{[HPO_4^{2-}]} = ٢,٢ \times ١٠^{-١٢} \quad \dots (٢٧)$$

٣٠٢ (ج) ذات حمض.

ذات لغة هيدراز جزيئاته . لحذف ملح مولر هيدرا لل مذاة
جذوره. مثل جاز إ. سكوبز سوذ مولر جهز جذوره. ذات
ملح مولر جهز جداز لغوه. ولغوه جاز هيدراز هيس جدهس
لدوملاز ديهسز لجيدز جزوسز إلى هذ.

$$NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

ودجوذاز لحذاز دمولموذاز إسوذاز جذ هسيلز B إلى ءذإ دصوإ

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+(aq) + OH^-(aq) \quad \ldots(٢٨)$$

وهذاذاز جدمولموذاز ٢٥ :

ضمّ تتحلل ملوكذلة وحذ دمه إمع وكرلة لوءلمة دحذلة ملة
ضملّ وضملمة وحذلمة ٦ ٤ وضم دسوتلة لإلوا ءذة.

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+]\,[OH^-]}{[NH_3]} = ٦ ٤ \times ١٠^{-٥} \times ١,٨$$

	ملوكذلة	ملمة	ملمة
ملوكذلة وحذ	٠,١٠ مول/لمة	٠	٠
ملوكذلة	(٠,١٠ − س) مول/لمة	س مول/لمة	س مول/لمة

له معولمة

سم وتتحل ملوكذلة وحذ دم إمع وكرلة لوءلمة دحذلة ملة
ضملّ وضملمة وحذلمة ٦ ٤ وضم دسوتلة لإلوا ءذة.

ملوكمة (٤) :

سءت ملوكذلة OH^- لة ءذ وزلمة (٠,١٠) مول/لمة
ءذ :

دكوللمة وزلمة وتوكلو وزءلة ملوكذلة لسعوء مسلل

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$\frac{[BH^+]\,[OH^-]}{[B]} = [H_2O]\,٦ = ٤ ٦ \quad \ldots (٢٩)$$

وكرلة ملوكذلة وحذلة وزلة ومضوحلة (٤) سءت ملوكمة لإ ذلة
مسلل ومضلة وحذلة وزلة لة ءذ مسلل ولسءلة وملوكذلة لة
وزلة ءذ دلءلس لإوحة دسه وكرلة لوءلمة لسعوء مسلل

(٤) السؤال

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة لكل مما يأتي:

م	الاسم	الصيغة البنائية	الصيغة الجزيئية	K_b	pK_b
	الأمونيا	NH_3		1.8×10^{-5}	
	ثنائي إيثيل أمين	$(C_2H_5)_2NH$		9.6×10^{-4}	
	ثلاثي إيثيل أمين	$(C_2H_5)_3N$		5.6×10^{-4}	
	بريدين	C_5H_5N		1.7×10^{-9}	
	أنيلين	$C_6H_5NH_2$		4.3×10^{-10}	
	ثنائي إيثيل أمين	$(C_2H_5)_2NH$		9.6×10^{-4}	

$$K_b = \frac{(\alpha c)(\alpha c)}{c - \alpha c} = 1.8 \times 10^{-5}$$

حيث أن $\alpha = 0.01$ فإن $(1 - \alpha) = 0.99$ ويمكن إهمال α بالنسبة لـ 1

$$\alpha^2 c^2 = (0.99)(1.8 \times 10^{-5}) = 17.82 \times 10^{-5}$$

$$\alpha = \sqrt{1.78 \times 10^{-4}} = 1.33 \times 10^{-2}$$

$$[OH^-] = 1.33 \times 10^{-2} \times 0.1 = 1.33 \times 10^{-3} \text{ مول/لتر}$$

وعند إضافة ملح كلوريد الأمونيوم إلى محلول الأمونيا يحدث اتزان أيوني:

$$HX(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + X^-(aq) \quad \ldots (٢٠)$$

حمض ضعيف — قاعدة مرافقة

وعند إضافة حمض قوي فإن أيونات الهيدرونيوم تتفاعل مع أيونات الهيدروكسيد:

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+(aq) + OH^-(aq) \quad \ldots (٢١)$$

قاعدة — حمض مرافق

ولعوم هيدلمة دتنوردمة . لمض بمكوبز ومنا هنا لمع لمتبم دتبلمدا مكوبز ومنا زهب بمُملد بمض بتد مدهم ومحلمدا لمدمولمدا بمتهضمدا :

$$H_2O(\ell) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \quad \ldots(٢٤)$$

ولعوم هيدلمدا بلمهم لمكوبز ومنا تمبهس ب :

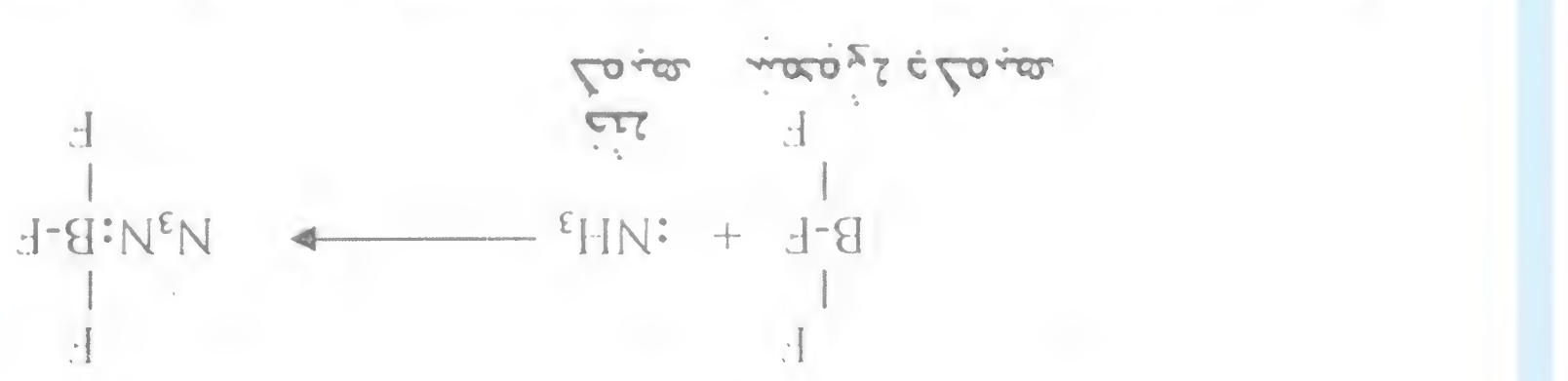
مكوبز : ىلم مولم بحبز مدل هنا زلمدمتومنا زه مدهد دلومسا

دتنوردمدا لدفبدا بزهدا بعضهضمدا

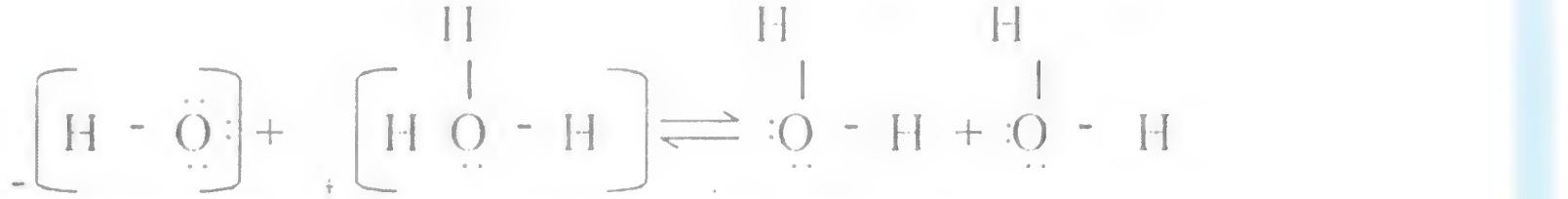
زهب 11 ومنولم بمهدا مدومز زهب زهو. بعلمدا λ_g . ومنولم هنسم مكوبز همهدا بزمحلومضما هتردمز زهب زهو. ردهدم هنسم بفنولمو $|\vec{v}(H_2O)^6|^{2^\cdot}$. ومدمدمدا بهضمدا بزهدب بسمدب للم دهدا مولحنومسا تبحومز زهدمز ب زهب دهدمز B (سمدب للم زومتبمدل مفحمد له دهسو دتهم) له هلهمه بلومنمد بتدومز BF_3

ومنا . ىلم مولم بزمهدلم سمد هنولم لم هتردمفا ب زلمدمتومن (زه مدهد) ومنومع دس لدفبدا بزهدا بعضهضمدا.

ثابت التأين : هو ثابت الاتزان K_a : CN^- ، F^- ، OH^- : هو القاعدة المرافقة لكل من ، NH_3 ، H_2O : هو الحمض المرافق لكل من $CH_2 = CH_2$ وإيثين ($H = CH$) وإيثاين ($H \equiv CH$) يمكن تحضير كل منهما بطريقة واحدة من تفاعلات الحذف.



تعتبر أيونات الهيدروجين الموجبة (H^+) حمض لويس لأنها تستقبل زوج إلكترونات من القاعدة لويس.



ثابت التأين : $K_a = 1 \times 10^{-9.3}$

أيونات الهيدرونيوم المائية في محلول مائي تركيزها $[H_2O] = 55.5$ مول/لتر تقريباً ثابت الاتزان للتفاعل :

$$H_2O(\ell) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq) \quad \ldots (٣٥)$$

فإن ثابت التأين K_a هو :

$$K_a = \frac{[H^+]\ [OH^-]}{[H_2O]}$$

ولكن في المحاليل المائية المخففة $[H_2O] = 55.5$ مول/لتر تقريباً

وهذا يعني أن التركيز لهذه الأيونات يمكن أن يعتبر ثابت K_a أيضاً :

$$K_a = [H^+]\ [OH^-] = [H_2O]_{ثابت} = K_w \quad \ldots (٣٦)$$

حاصل الضرب الأيوني للماء النقي هو ثابت الاتزان لتأين الماء ويرمز له بالرمز K_w ويساوي عند درجة ٢٥ م تقريباً 1×10^{-14} ويسمى أيضاً ثابت التأين الذاتي للماء.

عند : إضافة قاعدة ج :

١ لمادة .

جـ٥ح٥ضـ٥ح٥ت٥ك٥ب٥ت٥ك٥ح٥ضـ٥جـ

(د) $١٠^{-١٤} \times ٢$ مول/لمادة (ج) $١٠^{-٧} \times ١$ مول/لمادة (ب) ١٠٠ مول/لمادة (أ)

سرد طريقة إيجاد تركيز أيون الهيدروكسيد في عينة ماء نقي

أولاً (٥)

عند تعادل $[H^+] = [OH^-]$

عند تعلق $[H^+] < [OH^-]$

عند تميؤ $[H^+] > [OH^-]$

تركيز أيون الهيدروجين :

طريقة H^+

لكي نحول وحدة الحجم طريقة H^+ إلى طريقة OH^- نضرب تركيز H^+ في ثابت الاتزان المائي K_w فنحصل على ثابت جديد

إلى طريقة H^+ . وتتميز قيم هذا الثابت بأنها ثابتة عند درجة حرارة معينة

١×١٠^{-١٤} حيث إن وحدة الحجم طريقة H^+ ولا تعتمد على طريقة

ولا تعتبر طريقة الماء نقي عندما تكون درجة الحرارة ٢٥ م ولا تتأين الماء

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$$

وعند حل طريقة تركيز أيون الهيدروجين عند ٢٥ م :

عند تعادل $[H^+] = [OH^-] = ١ \times ١٠^{-٧}$ مول/لمادة

عند تميؤ $[H^+] > [OH^-]$

عند تعلق $[H^+] < [OH^-]$

تركيز أيون الهيدروجين عند تعادل طريقة ١×١٠^{-٧} مول/لمادة ولكي نحول

تركيز أيون الهيدروجين عند أي درجة أخرى لابد من معرفة قيمة ثابت الاتزان المائي عند هذه الدرجة

وذلك بالرجوع إلى جداول خاصة .

طريقة pH

تعريف لمادة :

عند تعادل $pH = pOH = ٧$

عند تميؤ $pH < pOH$

عند تعلق $pH > pOH$

$pH = -\log [H^+]$

$pOH = -\log [OH^-]$

$pH + pOH = ١٤$

أمثلة محلولة :

١ - احسب pH لمحلول تركيز أيون الهيدروجين فيه $١٠^{-٣} \times ٢$ مول/لمادة

الحل

$pH = -\log [H^+]$

$= -\log ٢ \times ١٠^{-٣}$

$= -\log ٢ - \log ١٠^{-٣}$

$= -٠,٣٠١ + ٣$

$= ٢,٦٩٩$

٢ - احسب pH لمحلول تركيز أيون الهيدروكسيد فيه $١٠^{-٤} \times ٥$ مول/لمادة

الحل

$pOH = -\log [OH^-]$

$= -\log ٥ \times ١٠^{-٤}$

$= -\log ٥ - \log ١٠^{-٤}$

$= -٠,٦٩٩ + ٤$

$= ٣,٣٠١$

$pH + pOH = ١٤$

$pH + ٣,٣٠١ = ١٤$

$pH = ١٤ - ٣,٣٠١$

$= ١٠,٦٩٩$

٣ - احسب تركيز أيون الهيدروجين لمحلول pH فيه ٥

الحل

$pH = -\log [H^+]$

$٥ = -\log [H^+]$

$-٥ = \log [H^+]$

$[H^+] = ١٠^{-٥}$ مول/لمادة

٤ - احسب تركيز أيون الهيدروكسيد لمحلول pH فيه ١٠

الحل

$pH + pOH = ١٤$

$١٠ + pOH = ١٤$

$pOH = ١٤ - ١٠$

$= ٤$

$pOH = -\log [OH^-]$

$٤ = -\log [OH^-]$

$-٤ = \log [OH^-]$

$[OH^-] = ١٠^{-٤}$ مول/لمادة

٥ - احسب pH لمحلول تركيز أيون الهيدروكسيد فيه $١٠^{-٣} \times ٢$ مول/لمادة

الحل

$pOH = -\log [OH^-]$

$= -\log ٢ \times ١٠^{-٣}$

$= -\log ٢ - \log ١٠^{-٣}$

$= -٠,٣٠١ + ٣$

$= ٢,٦٩٩$

$pH + pOH = ١٤$

$pH + ٢,٦٩٩ = ١٤$

$pH = ١٤ - ٢,٦٩٩$

$= ١١,٣٠١$

٣٠ ؛ حتوسطة الذرة (حتوسطة الوالدية)

إذا جمع القمح الناتج من تلقيح نباتات جدرية بحتة بنباتات جمعوية وتركت حتى تلقح ذاتيا، فإن الجيل الناتج يسمى الجيل الأول (ف١) وهو يتكون من نباتات جمعوية فقط. وإذا زرعت بذور الجيل الأول ف١ وتركت حتى تلقح ذاتيا فإن الجيل الناتج يسمى الجيل الثاني (ف٢) ويتكون من نباتات جمعوية وجدرية بنسب معينة. وإذا زرعت بذور الجيل الثاني ف٢ وتركت حتى تلقح ذاتيا فإن الجيل الناتج يسمى الجيل الثالث (ف٣) وهكذا.

وتعتمد طريقة الانتخاب على الصفات الظاهرية للنبات، وتستخدم لتحسين :

$$Xd = - Lo\ X \quad \ldots (٣٨)$$

حيث X تمثل الصفة المرغوبة، وتستخدم هذه الطريقة في تحسين الصفات الكمية مثل المحصول وصفاته، وصفات النمو، ومقاومة الأمراض والحشرات، وتحمل الجفاف والملوحة، وتحسين الصفات الجودية.

ويتم الانتخاب في الأجيال الانعزالية الأولى (ف١) أو (ف٢) حيث تكون الصفات المرغوبة سائدة. ومن ثم يتم إكثار النباتات المنتخبة ذاتيا :

$$-\ d_{n-1} = -\ Lo\ q_{n} \quad \ldots (٣٩)$$

$$[OH^-]\ [H_3^+] = ١ \times ١٠^{-١٤} = [H_2O]$$

$$[H_3^+] = \frac{[H_2O]}{١ \times ١٠^{-٧}}$$

$$(ب)\ [H_4^+] = \frac{١ \times ١٠^{-١٤}}{١ \times ١٠^{-١٠}} = \frac{١ \times ١٠^{-٤}}{١٠٠٠}$$

$$[H_4^+] = ١ \times ١٠^{-١٤} \text{ مول/لتر}$$

بما أن $[H_4^+] < [OH^-]$

$$[H_5^+] = ٥٠٠ \times ١٠^{-٥} = ٥ \times ١٠^{-٣} \text{ مول/لتر}$$

$$(د)\ [H_5^+] = \frac{٢ \times ١٠^{-١٤}}{١ \times ١٠^{-١١}}$$

بما أن $[H_5^+] > [OH^-]$

(٤) $[H^+] = ١٠ \times ١ = ^{١٢-}$ مول/لتر

عندما :

متى تصبح قيمة PH للمحلول ٥

المحلول (٦) :

$$POH = ١٤ - PH$$

مثال جزائ

المحلول متعادل فإن PH = POH = ٧

(٤) ... $PH + POH = ١٤$

لحساب قيمة PH أو POH لأي محلول مائي عند درجة ٢٥ س ^{o} نستخدم العلاقة (٤٣) :

$$[HO^-] \log - = POH \quad [H^+] \log - = PH$$

(١) ... $[H^+] \log + [HO^-] \log = ١٤ \log$

(٢) ... $PH + POH = ١٤$

(٣) ... $PH = POH = ٧$

(٤) ... $[H^+] [HO^-] = ١٤$

(٥) ... $[H^+] = [HO^-] = ^{٧-}$ مول/لتر

(٦) ... $PH = POH = ٧$

(٧) ... $[H^+] = ^{٧-}$ مول/لتر

(٨) ... $PH = ٧$

(٩) ... $[H^+] > ^{٧-}$ مول/لتر

(١٠) ... $PH < ٧$

(١١) ... $[H^+] < ^{٧-}$ مول/لتر

(١٢) ... $PH > ٧$

(١٣) ... $[H^+] = ^{١٤-}$ مول/لتر

(١٤) ... $PH = ١٤$

(١٥) ... $[H^+] > ^{١٤-}$ مول/لتر

(١٦) ... $PH < ١٤$

(١٧) ... $[H^+] < ^{١٤-}$ مول/لتر

(١٨) ... $PH > ١٤$

(١٩) ... $[H^+] = ^{٧-}$ مول/لتر

(٢٠) ... $PH = ٧$

(٢١) ... $[H^+] > ^{٧-}$ مول/لتر

(٢٢) ... $PH < ٧$

(٢٣) ... $[H^+] < ^{٧-}$ مول/لتر

(٢٤) ... $PH > ٧$

(٢٥) ... $[H^+] = ^{١٤-}$ مول/لتر

(٢٦) ... $PH = ١٤$

(٢٧) ... $[H^+] > ^{١٤-}$ مول/لتر

(٢٨) ... $PH < ١٤$

(٢٩) ... $[H^+] < ^{١٤-}$ مول/لتر

(٣٠) ... $PH > ١٤$

(٣١) ... $[H^+] = ^{٧-}$ مول/لتر

(٣٢) ... $PH = ٧$

(٣٣) ... $[H^+] > ^{٧-}$ مول/لتر

(٣٤) ... $PH < ٧$

(٣٥) ... $[H^+] < ^{٧-}$ مول/لتر

(٣٦) ... $PH > ٧$

(٣٧) ... $[H^+] = ^{١٤-}$ مول/لتر

(٣٨) ... $PH = ١٤$

(٣٩) ... $[H^+] > ^{١٤-}$ مول/لتر

(٤٠) ... $PH < ١٤$

(٤١) ... $[H^+] < ^{١٤-}$ مول/لتر

(٤٢) ... $PH > ١٤$

(٤٣) ... $[H^+] = ^{٧-}$ مول/لتر

(٤٤) ... $PH = ٧$

(٤٥) ... $[H^+] > ^{٧-}$ مول/لتر

(٤٦) ... $PH < ٧$

(٤٧) ... $[H^+] < ^{٧-}$ مول/لتر

(٤٨) ... $PH > ٧$

(٤٩) ... $[H^+] = ^{١٤-}$ مول/لتر

(٥٠) ... $PH = ١٤$

(٥١) ... $[H^+] > ^{١٤-}$ مول/لتر

(٥٢) ... $PH < ١٤$

(٥٣) ... $[H^+] < ^{١٤-}$ مول/لتر

(٥٤) ... $PH > ١٤$

(٥٥) ... $[H^+] = ^{٧-}$ مول/لتر

(٥٦) ... $PH = ٧$

(٥٧) ... $[H^+] > ^{٧-}$ مول/لتر

(٥٨) ... $PH < ٧$

(٥٩) ... $[H^+] < ^{٧-}$ مول/لتر

(٦٠) ... $PH > ٧$

(٦١) ... $[H^+] = ^{١٤-}$ مول/لتر

(٦٢) ... $PH = ١٤$

(٦٣) ... $[H^+] > ^{١٤-}$ مول/لتر

(٦٤) ... $PH < ١٤$

(٦٥) ... $[H^+] < ^{١٤-}$ مول/لتر

(٦٦) ... $PH > ١٤$

(٦٧) ... $[H^+] = ^{٧-}$ مول/لتر

(٦٨) ... $PH = ٧$

(٦٩) ... $[H^+] > ^{٧-}$ مول/لتر

(٧٠) ... $PH < ٧$

(٧١) ... $[H^+] < ^{٧-}$ مول/لتر

(٧٢) ... $PH > ٧$

تدريب عدد

عند إضافة حمض هيدروكلوريك ٢٧,٣ سم٣ فإن درجة الحموضة

الحل

عدد مولات الحمض = ٠,١ × ٠,٠٢٧ = ٠,٠٠٢٧ مول

عدد مولات القاعدة = ٠,١ × ٠,٠٢٥ = ٠,٠٠٢٥ مول

المتبقي من الحمض = ٠,٠٠٢٧ − ٠,٠٠٢٥ = ٠,٠٠٠٢ مول

الحجم الكلي = ٢٥ + ٢٧,٣ = ٥٢,٣ سم٣

$[H^+] = \frac{0.0002}{0.0523} = 0.0038$ مول/لتر

$pH = -\log[H^+] = -\log 0.0038 = 2.42$

تدريب عدد

احسب pH و pOH لمحلول تركيز أيون الهيدروكسيد فيه $[OH^-] = 1 \times 10^{-4}$ مول/لتر

الحل

$pOH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-4} = 4$

$pH = 14 - 4 = 10$

تدريب عدد

احسب pH لمحلول تركيز أيون الهيدروجين فيه $[H^+] = 1 \times 10^{-12}$ مول/لتر

الحل

$pH = -\log[H^+] = -\log 10^{-12} = 12$

تدريب عدد

احسب pH لمحلول تركيز أيون الهيدروجين فيه $[H^+] = 5 \times 10^{-6}$ مول/لتر

الحل

$pH = -\log[H^+] = -\log 5 \times 10^{-6} = 5.3$

تدريب عدد

احسب pH لمحلول تركيز أيون الهيدروكسيد فيه $[OH^-] = 1 \times 10^{-3}$ مول/لتر

الحل

$pOH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-3} = 3$

$pH = 14 - 3 = 11$

تدريب عدد

احسب pH لمحلول تركيز أيون الهيدروجين فيه $[H^+] = 1 \times 10^{-7}$ مول/لتر

الحل

$pH = -\log[H^+] = -\log 10^{-7} = 7$

تدريب عدد

احسب pH لمحلول تركيز أيون الهيدروجين فيه $[H^+] = 1 \times 10^{-11}$ مول/لتر

الحل

$pH = -\log[H^+] = -\log 10^{-11} = 11$

تذكر :

PH = ٣,٧٦

- كه $[H^+]$ = ٣،٧٦

كه $[H^+]$ = - ٣,٧٦ = - ٤,٠ + ٠,٣٤

$[H^+]$ = كه$^{-١}$ (- ٤,٠) × كه$^{-١}$ (٠,٢٤)*

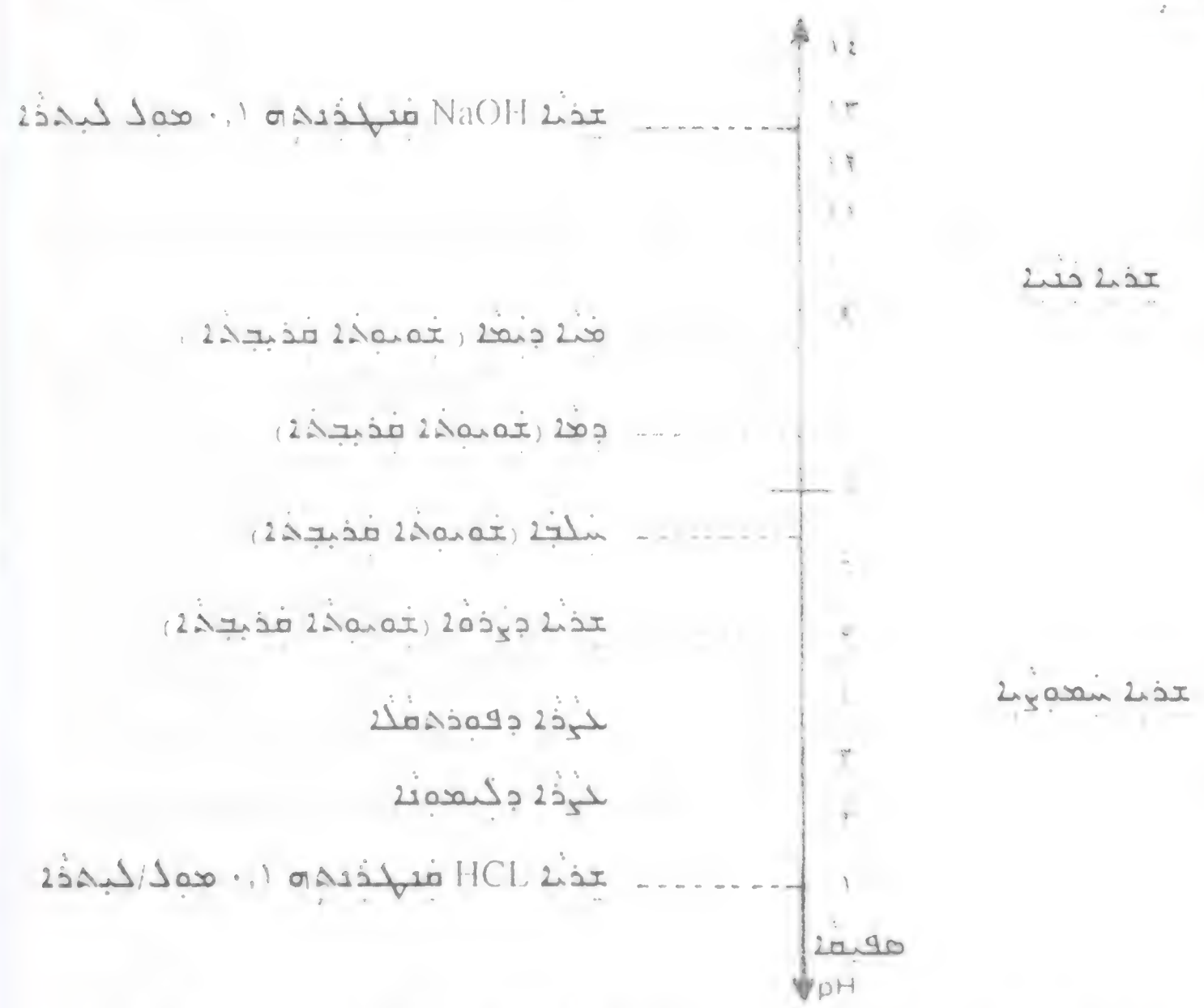
مجد كه$^{-١}$ (-٤،٠) تحويل ١ × ١٠$^{-٤}$

مم هوذجوذكوذبذهوذ حقيقي كل كه$^{-١}$ (٠,٢٤)

متحول ١,٧

$[H^+]$ = ١,٧ × ١٠$^{-٤}$ مول/لتر ∴

يوضح (٣ ـ ١) خلية بها متحول ذو قيمة ثابتة وقيمة متغير تابع. ويمكن أن يتغير المتحول المستقل من ١٤ إلى ٠ وتقاس القيمة المقابلة للمتغير التابع.



يوضح (٣ - ١) رسم بياني لقيمة PH أثناء تفاعل

$$NH_3(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

فإن كل قيمة تزيد بمقدار ١ على ما يليها تقل عنها بمقدار ١٠ مرة.

إذن هذا هذه عندما تكون قيمة تركيز H_3O^+ هي ١٠ مول/لتر فإن قيمة الرقم الهيدروجيني تساوي ١ :

تركيز H_3O^+ في هذا المحلول $= ١٠^{-٢} \times ١,٧٨$ مول/لتر أكبر من ٧ .

سحب لوغاريتم pH تركيز H_3O^+ فيكون -٢ مضروبة في -١ فتصبح $+٢$

الحل (٩) :

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log ١٠^{-٢} = ٢$$

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log ١٠^{-١٢} = ١٢$$

$$pH + pOH = ١٤$$

$$pH = ١٤ - ١٢ = ٢$$

وهذا يعني أن لوغاريتم pH تركيز H_3O^+ هو نفسه لوغاريتم تركيز OH^- مضروبة في -١ .

مضاعفات لوغاريتم تركيز H_3O^+ في المحلول $= ١٠^{-٥}$ مول/لتر ، $pH = ٥$

لوغاريتم تركيز H_3O^+ في المحلول $= ١٠^{-٩}$ مول/لتر ، $pH = ٩$

(ب) تركيز H_3O^+ في المحلول $= ١٠^{-١٢}$ مول/لتر

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log ١٠^{-١٢}$$

$$pH = ١٢$$

$$pOH + pH = ١٤$$

$$pOH = ١٤ - ١٢ = ٢$$

(ج) تركيز OH^- في المحلول $= ١٠^{-١}$ مول/لتر

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log ١٠^{-١} = ١$$

$$pH = ١٤ - ١ = ١٣$$

الحل (٨) :

سحب لوغاريتم pH :

تركيز H_3O^+ في المحلول $= ١٠^{-pH}$ مول/لتر

تركيز H_3O^+ في المحلول $= ١٠^{-٣}$ مول/لتر

تركيز OH^- في المحلول $= ١٠^{-١١}$ مول/لتر

تركيز H_3O^+ في المحلول $= ١٠^{-٧}$ مول/لتر

تركيز OH^- في المحلول $= ١٠^{-٧}$ مول/لتر

تركيز H_3O^+ في المحلول $= ١٠^{-١٣}$ مول/لتر

تركيز OH^- في المحلول $= ١٠^{-١}$ مول/لتر

$$pH = -\log [H^+] = -\log ٥,٣ \times ١٠^{-١٢} = ١١,٢٧$$

$$[H^+] = \frac{١٠^{-١٤}}{١,٩ \times ١٠^{-٥}} = ٥,٣ \times ١٠^{-١٢} \text{ مول/لتر}$$

حل آخر: $K_w = [OH^-]\ [H^+] = ١٠^{-١٤}$

$[OH^-] = س = ١,٩ \times ١٠^{-٥}$ مول/لتر

$س^٢ = ٠,٣٦ \times ١٠^{-١٠}$

$$\frac{س^٢}{س} \approx \frac{س^٢}{(٠,٢ - س)} = ١,٧٨ \times ١٠^{-٥}$$

	$NH_3(aq)$	$\rightleftharpoons$	$NH_4^+(aq)$	+	$OH^-(aq)$
الحالة					
التركيز الابتدائي قبل التفكك	٠,٢ مول/لتر		٠		٠
التغير في التركيز	(٠,٢ − س) مول/لتر		س مول/لتر		س مول/لتر
التركيز عند الاتزان					

$$K_b = \frac{[NH_4^+]\ [OH^-]}{[NH_3]}$$

ويمكن حساب قيمة K_b بمعلومية قيمة pK_b كما يلي:

$$pK_b = -\log K_b$$

ويمكن حساب قيمة K_b لأي قاعدة إذا عرفت قيمة pK_b لها كما يلي:

$$K_b = ١٠^{-pK_b}$$

ويمكن حساب قيمة pK_b بمعلومية K_b كما يلي:

$$pK_b = -\log K_b$$

ثابت تأين الماء K_w

يتأين الماء تأيناً ضعيفاً جداً وفقاً للمعادلة الآتية:

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$$

ويمكن حساب ثابت الاتزان لهذا التأين كما يلي:

$$K = \frac{[H^+]\ [OH^-]}{[H_2O]}$$

ولأن تأين الماء ضعيف جداً فإن تركيز الماء لا يتغير تقريباً ويعتبر ثابتاً، ويمكن إيجاد قيمته كما يلي:

$$[H_2O] \text{ (ثابت)} = [H_2O] \text{ أصلية} - [OH^-] \text{ ناتج} \approx [H_2O] \text{ أصلية}$$

ويمكن حساب قيمة K_w بمعلومية K كما يلي:

$$K_w = [OH^-]\ [H^+]$$

ويمكن حساب قيمة pK_w بمعلومية K_w كما يلي:

ملوحة ويوجد موادة وفيرة.

٢٠٥ (أ) عند إذابة ملح طعام في محلول ملحي يتكون محلول قلوي أم حمضي أم متعادل؟ فسر إجابتك.

ملح طعام محلول متعادل فيه أيونات الصوديوم والكلوريد فقط.

ب) عند إذابة ملح سيانيد البوتاسيوم في الماء يتكون محلول قلوي. اكتب معادلة تأين سيانيد البوتاسيوم في الماء.

$$KCN_{(s)} \longrightarrow K^{+}_{(aq)} + CN^{-}_{(aq)}$$

عند إذابة سيانيد البوتاسيوم في الماء تتأين أيونات السيانيد وتتحد مع أيونات الهيدروجين الموجبة من الماء لتكوين حمض الهيدروسيانيك:

$$CN^{-}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCN_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$

مع تكون أيونات الهيدروكسيد السالبة فإن المحلول يصبح قلوياً.

ملح طعام متعادل. وملح سيانيد البوتاسيوم ملح قلوي.

ج) اشرح كيف يمكن التمييز بين محلولين متساويين في التركيز لمحلول ملح الطعام ومحلول سيانيد البوتاسيوم.

يمكن قياس الأس الهيدروجيني لكل منهما باستخدام ورقة عباد الشمس العامة أو جهاز قياس الأس الهيدروجيني. سيكون محلول سيانيد البوتاسيوم قلوياً وسيكون الأس الهيدروجيني أكبر من ٧. ومحلول ملح الطعام متعادل والأس الهيدروجيني يساوي ٧.

د) احسب الأس الهيدروجيني لمحلول سيانيد البوتاسيوم تركيزه ٠,١ مول/لتر.

$$K_a \text{ لحمض الهيدروسيانيك} = 6.2 \times 10^{-10} \text{ مول/لتر}$$

$$K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ مول}^2/\text{لتر}^2$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{[KCN]}}$$

$$= \sqrt{\frac{1.0 \times 10^{-14} \times 6.2 \times 10^{-10}}{0.1}}$$

$$= 7.87 \times 10^{-12} \text{ مول/لتر}$$

$$pH = -\log[H^+]$$

$$= -\log(7.87 \times 10^{-12})$$

$$= 11.1$$

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} \quad \ldots (٤٦)$$

وإذا طبقنا التعريف الأول على مواد قاعدية ضعيفة مثل الأمونيا نجد أن ثابت تأينها يساوي 1.8×10^{-5} عند درجة ٢٥°م، وإذا أخذنا في حسابنا قاعدية الماء نجد أن ثابت تأين الأمونيا يساوي 1.8×10^{-9} عند درجة ٢٥°م، وهذا يعني أن الأمونيا أقوى من الماء كقاعدة. كما نجد أن ثابت تأين الأمونيا (K_b = حاصل التركيز المتزن لأيون الأمونيوم NH_4^+ × حاصل التركيز المتزن لأيون الهيدروكسيد OH^- مقسوماً على تركيز جزيئات الأمونيا المتزن NH_3) يساوي 1.8×10^{-5} عند درجة ٢٥°م، وهذا يعني أن الأمونيا قاعدة ضعيفة جداً حيث تتأين تأيناً ضعيفاً جداً في الماء. ولكن إذا وجد أيون الهيدروكسيد OH^- في الماء فإن قاعدية الماء تزداد.

ولحساب ثابت تأين الماء K_a نعوض في المعادلة السابقة عن K_b بقيمة K_w فنحصل على :

$$K_a = \frac{[H^+][OH^-]}{[NH_3]} \left(\frac{[NH_4^+][H^+]}{[NH_4OH]} \right) \quad \text{أو} \quad K_a = \frac{[H^+]^2 [NH_4^+]}{[NH_4OH]}$$

ولحساب تركيز أيون الهيدروجين H^+ نعيد ترتيب المعادلة السابقة فنحصل على :

$$[H^+]^2 = K_a \frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+]} \quad \text{أو} \quad [H^+] = \sqrt{K_a \frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+]}}$$

ولحساب تركيز أيون الهيدروكسيد OH^- نعوض في المعادلة السابقة عن K_a بقيمة $\frac{K_w}{K_b}$ فنحصل على :

$$[H^+] = \frac{K_w}{K_b} \frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+]} \quad \text{أو} \quad [OH^-] = \frac{K_b}{K_w} \frac{[NH_4^+]}{[NH_4OH]}$$

ولحساب تركيز أيون الهيدروجين H^+ نعيد ترتيب المعادلة السابقة فنحصل على :

$$[H^+] = \frac{K_w}{K_b} \frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+]} \quad \text{أو} \quad [H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$$

$$[KCN] = \frac{٢ \times ١٠^{-٦}}{٠,٠٢} = \frac{[H^+]^٢}{١٠^{-٦}}$$ حيث إن:

وعليه تحدد كل إسنادة:

$$[H^+] = \sqrt{\frac{(١٠^{-٦})(٠,٠٢)}{[KCN]}} \quad \ldots (٤٩)$$

وتحسب إضافة مادة ذائبة أيضاً بتفاعلها مع حمض تفاعلها مع حمض قوي كما يلي:

كمية وزن المادة الذائبة = الحجم باللتر × التركيز المولاري × الوزن الجزيئي

$$[H^+] = \sqrt{\frac{(\text{الوزن الجزيئي})(\text{التركيز المولاري})(\text{الحجم باللتر})}{|\text{المادة الذائبة}|}} \quad \ldots (٥٠)$$

$$[HCN] \simeq [OH^-] \quad \ldots (٤٧)$$

وإذا تفاعلت مادة ذائبة، كحمض، مع الماء لتعطي أيون الهيدروكسيد فقط، فإن تركيز أيون الهيدروكسيد الناتج يساوي تقريباً تركيز الحمض المتكون:

$$[CN^-] \simeq [KCN] \quad \ldots (٤٨)$$

ولحساب تركيز [KCN] فإننا نجد:

$$[KCN] = \frac{١٠^{-٦}}{٠,٠٢} \times ٢ = [OH^-]^٢$$

ومن معادلة (٤٦):

$$[KCN] = \frac{[H^+]^٢}{١٠^{-٦}}$$

ومن معادلة (٤٧) و (٤٨) نجد أن معادلة (٤٥) تصبح على الشكل:

٢٠ ٥ (ح) عند هذه درجة الحرارة تتأين كمية قليلة جدا من جزيئات الماء النقي :

$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$$

$$NH_4^+(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$$

والمعادلة التالية تمثل عملية تأين الماء فيما يختص بتركيز أيون الهيدروجين :

$$2H_2O(\ell) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{\text{[ثابت التأين]} \times \text{[تركيز الملح]}}{\text{تركيز القاعدة}}}$$

$$= \sqrt{\frac{10^{-14} \times 4.9 \times 10^{-5}}{0.1}}$$

$$[H^+] = 7 \times 10^{-12} \text{ مول/لتر}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14} \times 1}{7 \times 10^{-12}}$$

$$[OH^-] = \frac{[H^+]}{10^{-14} \times 1}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14} \times 1}{10^{-12} \times 7} = 1.4 \times 10^{-2} \text{ مول/لتر}$$

مثال (١٠) :

احسب تركيز أيون الهيدروكسيد في محلول تركيزه ٠,١ مولر من KCN علما بأن ثابت تأين HCN يساوي 4.9×10^{-10} ، مول/لتر ، فما هذه درجة الحموضة؟

هذه) دقيقة لكل مل ٣٠ (أ) عند هذه درجة الحرارة معيارية محاليل :

$$\text{معيارية مولارية} = \sqrt{\text{[مولية حقيقية]} \times \frac{\text{(قراءة درجة الحرارة المحاليل)}}{\text{(قراءة درجة الحرارة المعايرة)}}}$$

(٤٥) ... قانون دبوسون لحساب تركيز أيون الهيدروجين

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_h}{K_b} \times [NH_4Cl]} \quad \text{... (٤٦)}$$

حيث K_h ثابت التميؤ، K_b ثابت تأين القاعدة الضعيفة.

وتعطى قيمة K_h بالعلاقة :

$$K_h = \frac{[NH_3]\ [H^+]}{[NH_4^+]} \quad \text{... (٤٧)}$$

وتعطى قيمة K_b بالعلاقة :

$$K_b = \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]\ [OH^-]} \quad \text{... (٤٨)}$$

بالتعويض عن قيمة K_h و K_b من المعادلتين (٤٧) و (٤٨) في المعادلة (٤٦) نحصل على :

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{[H^+]^2}{[NH_4Cl]} \quad \text{... (٤٩)}$$

$$K_h = \left(\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}\right)\left([H^+]\ [OH^-]\right)$$

بالضرب × المقام :

$$K_h = [H^+]\ [OH^-]\ [NH_3]$$

$$[H^+] = \frac{K_h}{[NH_3]\ [OH^-]} \quad \text{... (٥٠)}$$

وبالتعويض عن قيمة K_h من المعادلة (٤٩) نحصل على :

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times [NH_4Cl]} \quad \text{... (٥١)}$$

وبأخذ لوغاريتم طرفي المعادلة (٥١) نحصل على :

$$\log [H^+] = \frac{1}{2}\log K_w - \frac{1}{2}\log K_b - \frac{1}{2}\log [NH_4Cl] \quad \text{... (٥٢)}$$

وبضرب طرفي المعادلة (٥٢) × (-١) نحصل على :

$$-\log [H^+] = -\frac{1}{2}\log K_w + \frac{1}{2}\log K_b + \frac{1}{2}\log [NH_4Cl] \quad \text{... (٥٣)}$$

وبما أن $-\log [H^+] = pH$ ، $-\log K_w = pK_w$ ، $-\log K_b = pK_b$ فإن المعادلة (٥٣) تصبح :

$$pH = \frac{1}{2}pK_w - \frac{1}{2}pK_b - \frac{1}{2}\log [NH_4Cl] \quad \text{... (٥٤)}$$

جـ

$$CH_3CO_2NH_4(s) \longrightarrow CH_3CO_2^-(aq) + NH_4^+(aq) \quad \ldots (٥٥)$$

$$CH_3CO_2^-(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + OH^-(aq) \quad \ldots (٥٦)$$

$$NH_4^+(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq) \quad \ldots (٥٧)$$

[illegible]

٦ - ٣ [illegible]

[illegible]

[illegible] ٠,١٠ [illegible] ٠,١٠ [illegible]

[illegible]:

$$CH_3CO_2Na(S) \longrightarrow CH_3CO_2^-(aq) + Na^+(aq) \quad \ldots (٥٨)$$

[illegible]:

$$CH_3CO_2H(aq) \rightleftharpoons CH_3CO_2^-(aq) + H^+(aq) \quad \ldots (٥٩)$$

[illegible]:

$$\frac{[CH_3CO^2]\ [H^+]}{[CH_3CO_2H]} = -\varsigma \quad \ldots (٦٠)$$

[illegible]

$$Hd = 7 - pH + \frac{0.059}{[\text{حمض}]}$$

ثم معادلة (٢٢)

(تفاعل جيد) = ١٠٠ مول/لتر

(تفاعل جزئي) = ١٠٠ مول/لتر

عند : ثم معرفة ، فإن تركيز جميع تفاعل 1.8×10^{-5}

١٠٠ مول/لتر وإذا تفاعل ١٠٠ مول/لتر

سوف نحتاج إلى تحديد تركيز حمض لكل معرفة تفاعل تفاعل

الحل (١١) :

$$\ldots (٢٢) \qquad Hd = 7 - pH + \frac{0.059}{[\text{حمض}]}$$

ولكن لكل تفاعل يوجد ثابت اتزان يعرف بـ $(-\log)$ وتحسب قيمته بأن :

$$\text{لو } [H^+] = \text{لو } 7^- + \text{لو } \frac{0.059}{[\text{حمض}]}$$

وتعرف إيجاد لو حاصل ضرب قوة في لوغاريتمه :

$$\ldots (٢١) \qquad [H^+] = 7^- \frac{[\text{حمض}]}{[\text{قاعدة}]}$$

تحويل إلى معادلة (٢٠) تعيين بأن :

(تفاعل جزئي) = $[CH_3COOH]$

وإن تفاعل جزئي لا عند إلى إتزان عند تمام :

(تفاعل جيد) = $[CH_3CO_2]$

إتزان تمام في عند جزئي ومن حيث أيونات تحليل ، تصل :

جدول عديد أي إلى معادلة (١٨) ، عند حيث جدا إلى معادلة تفاعل

مقدمة معادلة (٢٥) لابد لمعرفة لهيئ أن . عندما حال إتزان

تفاعل إتزان عند تمام عند حيث عند تفاعل تفاعل

تحديد أسئلة لتجربة تفاعل إتزان تصحيح على حيث ومن

$$\text{لو } ٥٫٥ = \text{لو } [HO^-] + \text{لو } \frac{[\text{ملح}]}{[\text{حمض}]} \quad \ldots (٢٣)$$

يكون محلول الحمض المتبقي هو :

حمض الهيدروفلوريك مع كمية زائدة من فلوريد الصوديوم لأن الحمض هو الذي يحدد كمية الملح الناتج.

الحل (٢١) :

عدد مولات الحمض المتبقي بعد مزج المحلول الحمضي = ٠٫١ × ٠٫٢٥ = ٠٫٠٢٥ مول

عدد مولات الملح الناتج = ٠٫٢ × ٠٫٢ = ٠٫٠٤ مول

بما أن الحمض والملح في نفس المحلول فإن الحجم النهائي = ٠٫٢٥ + ٠٫٢ = ٠٫٤٥ لتر

بما أن الحمض والملح في نفس المحلول فإن الحجم النهائي = ٠٫٢٥ + ٠٫٢ = ٠٫٤٥ لتر

$$[\text{حمض}] = \frac{٠٫٠٢٥}{٠٫٤٥} = ٠٫٠٥٥ \text{ مول/لتر}$$

$$[\text{ملح}] = \frac{٠٫٠٤}{٠٫٤٥} = ٠٫٠٨٩ \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \text{لو} \frac{[\text{ملح}]}{[\text{حمض}]}$$

$$\text{pH} = -\text{لو } ٦٫٧ \times ١٠^{-٤}$$

$$\text{pH} = ٣٫١٧$$

ملاحظة : إن مقدار الحمض المتبقي مع الملح الناتج يحدد مقدار H^+ الناتج من تأين الحمض الضعيف وبالتالي يحدد قيمة الـ pH للمحلول الناتج.

مقدار محلول (مقدار ثبوت) المحلول.

الحل (٢٢) :

مقدار الحمض المتبقي بعد مزج المحلول الحمضي مع المحلول القلوي = ٠٫٠٢٥ مول

مقدار القلوي المتبقي بعد مزج المحلول القلوي مع المحلول الحمضي = ٠٫٠٣ − ٠٫٠٢٥ = ٠٫٠٠٥ مول

بما أن القلوي والحمض في نفس المحلول فإن الحجم النهائي = ٠٫٢٥ + ٠٫٣ = ٠٫٥٥ لتر

$$[\text{قلوي}] = \frac{٠٫٠٠٥}{٠٫٥٥} = ٠٫٠٠٩ \text{ مول/لتر}$$

$$\text{pOH} = -\text{لو } ٠٫٠٠٩ = ٢٫٠٤$$

$$\text{pH} = ١٤ - ٢٫٠٤ = ١١٫٩٦$$

في حالة مزج محلول حمض ضعيف مع محلول ملح ناتج من تفاعل الحمض الضعيف مع قلوي قوي (مثل مزج محلول حمض الإيثانويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم) فإن الحمض الضعيف يتأين جزئياً وفقاً للمعادلة :

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

ويكون تركيز أيون الهيدروجين في المحلول هو :

$$[H^+] = K_a \frac{[\text{حمض}]}{[\text{ملح}]} \quad \ldots (٢٤)$$

وبأخذ لوغاريتم الطرفين نحصل على :

$$\text{لو } [H^+] = \text{لو } K_a + \text{لو } \frac{[\text{حمض}]}{[\text{ملح}]}$$

$$-\text{لو } [H^+] = -\text{لو } K_a - \text{لو } \frac{[\text{حمض}]}{[\text{ملح}]}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \text{لو } \frac{[\text{ملح}]}{[\text{حمض}]} \quad \ldots (٢٥)$$

$$pOH = 4.75 + \log \frac{[\text{ملح}]}{[\text{حمض}]}$$

نعوض عن قيمة pOH الناتج نجد قيمة pH المطلوبة بعد إضافة كمية محددة من حمض HCl

$$pH = 14 - pOH$$

$$= 14 - 9$$

$$= 5$$

مثال : محلول منظم يتكون من حمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه 0.1 مول/لتر وملح إيثانوات الصوديوم CH_3COONa تركيزه 0.1 مول/لتر. احسب pH المحلول قبل وبعد إضافة 0.01 مول/لتر من حمض HCl علماً بأن $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $\log 1.8 = 0.25$

الحل :

$$pK_a = -\log K_a$$

$$= -\log 1.8 \times 10^{-5}$$

$$= 4.75$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$= 14 - 9$$

$$= 5$$

نعوض عن قيمة pOH الناتج نجد قيمة pH المطلوبة بعد إضافة حمض HCl

نعوض في المعادلة :

$$pOH = 4.75 + \log \frac{[\text{ملح}]}{[\text{حمض}]}$$

$$= 4.75 + \log \frac{0.1}{0.01}$$

$$= 4.75 + 1$$

$$= 5.75$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$= 14 - 5.75$$

$$= 8.25$$

مثال : محلول منظم يتكون من حمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه 0.1 مول/لتر وملح إيثانوات الصوديوم CH_3COONa تركيزه 0.1 مول/لتر. احسب pH المحلول قبل وبعد إضافة 0.01 مول/لتر من حمض HCl علماً بأن $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $\log 1.8 = 0.25$

الحل :

$$pK_a = -\log K_a$$

$$= -\log 1.8 \times 10^{-5}$$

$$= 4.75$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$= 14 - 9$$

$$= 5$$

نعوض عن قيمة pOH الناتج نجد قيمة pH المطلوبة بعد إضافة حمض HCl

نعوض في المعادلة :

$$pOH = 4.75 + \log \frac{[\text{ملح}]}{[\text{حمض}]} \quad \ldots (1)$$

قبل إضافة حمض HCl :

$$pOH = 4.75 + \log \frac{0.1}{0.1}$$

$$= 4.75 + 0$$

$$= 4.75$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$= 14 - 4.75$$

$$= 9.25$$

بعد إضافة 0.01 مول/لتر من حمض HCl (في صورة أيونات)

$$pOH = 4.75 + \log \frac{0.1}{0.2}$$

$$= 4.75 + \log 0.5$$

$$= 4.75 + (-0.30)$$

$$= 4.45$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$= 14 - 4.45$$

$$= 9.55$$

٢٠٠٧ عدد طلاب (عدد جنوب)

$$\text{جنوب} \quad \text{طلاب} = \text{٠٫١٨} \times \text{١٠٠}$$

$$\text{طلاب جنوب} = \text{٢١٠٠}$$

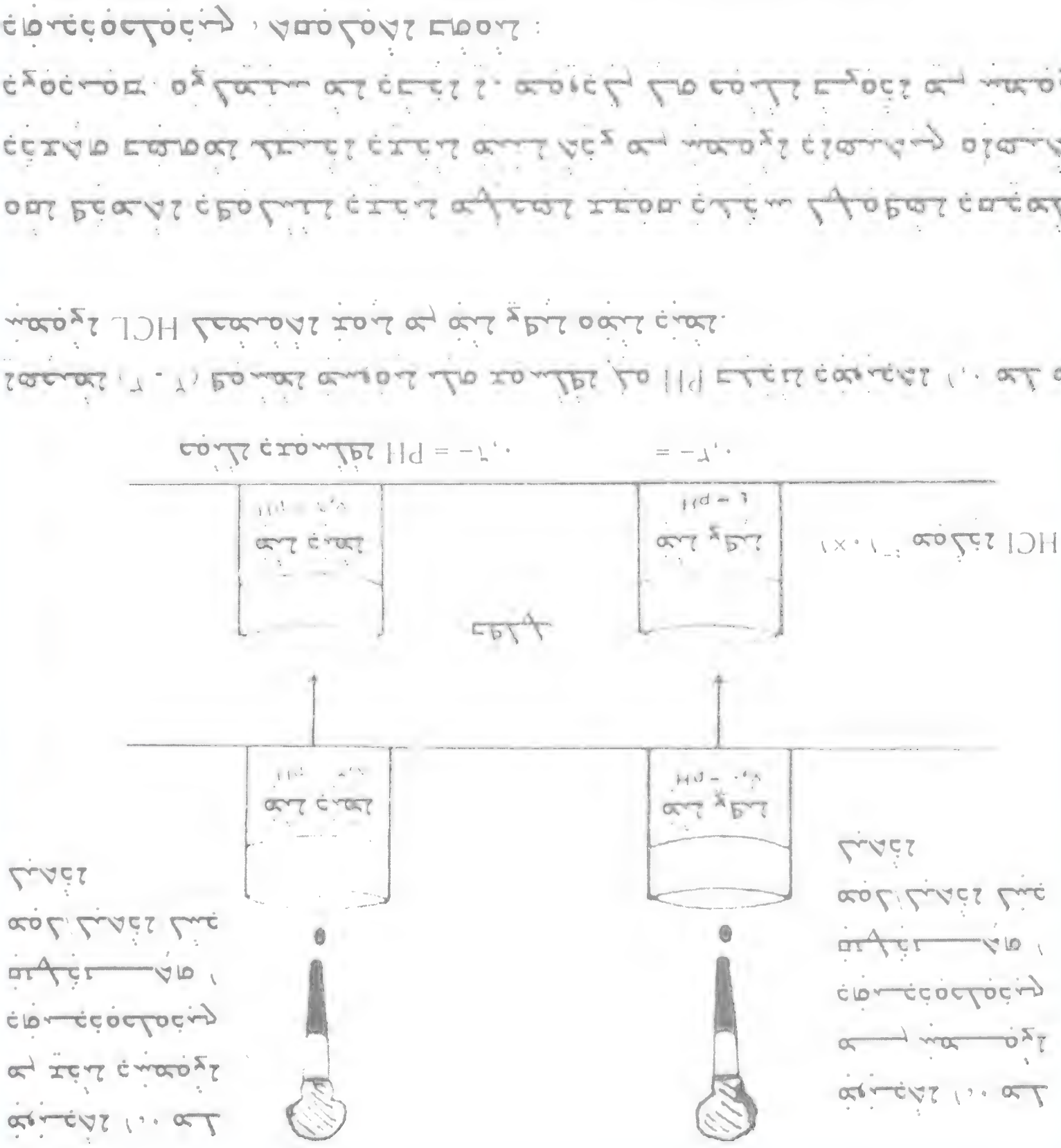
$$\therefore \frac{\text{| جنوب |}}{\text{| طلاب |}} = \text{٠٫١٨}$$

$$\text{ك}^{\circ}_{\text{جنوب}} = \text{٠٫١٨} \times \text{٣٦٠}$$

$$\text{ك}^{\circ}_{\text{جنوب}} = \text{٦٤٫٨}^{\circ}$$

$$\text{ك}^{\circ} \frac{\text{| جنوب |}}{\text{| طلاب |}} = \text{٣٦٠}^{\circ} - \text{ك}^{\circ}_{\text{جنوب}} \quad \text{أي} \quad \text{ك}^{\circ} \frac{\text{| جنوب |}}{\text{| طلاب |}} = \text{٢٩١٫٢}^{\circ}$$

$$\therefore \text{ك}^{\circ} \frac{\text{| جنوب |}}{\text{| طلاب |}} = \text{٤٧٫٤} \quad \text{أي} \quad \text{٠٫٥}$$



٢. ضع ٢٠ مل من حمض الهيدروكلوريك تركيزه ٠,١ مول/لتر pH = ١ في دورق، ثم أضف ٢٠ مل من الماء المقطر.

٣. ضع ٢٠ مل من حمض الإيثانويك تركيزه ٠,١ مول/لتر pH = ٣ في دورق، ثم أضف ٢٠ مل من الماء المقطر.

٤. اغمس ورقة دوار الدباغ في الدورق الذي يحتوي على حمض الهيدروكلوريك المخفف، ثم لاحظ التغير في لون الورقة.

٥. اغمس ورقة دوار الدباغ في الدورق الذي يحتوي على حمض الإيثانويك المخفف، ثم لاحظ التغير في لون الورقة.

٦. قارن بين لون ورقة دوار الدباغ في الحمضين.

٧. كرر الخطوات السابقة باستخدام حمض الهيدروكلوريك تركيزه ٠,٠١ مول/لتر pH = ٢ وحمض الإيثانويك تركيزه ٠,٠١ مول/لتر pH = ٤.

٨. اغسل الأدوات جيدًا بالماء المقطر، ثم جففها.

ملاحظة: يجب غسل الأدوات جيدًا بالماء المقطر بين كل تجربة وأخرى لتجنب التلوث.

التفسير:

تحتوي الأحماض على أيونات الهيدروجين H^+ في محاليلها المائية، وتختلف قوة الحمض باختلاف درجة تأينه في الماء. فالحمض القوي يتأين بدرجة كبيرة، بينما الحمض الضعيف يتأين بدرجة قليلة. ويمكن التعبير عن تأين حمض الإيثانويك بالمعادلة الآتية:

$$CH_3CO_2H(aq) \rightleftharpoons CH_3CO_2^-(aq) + H^+(aq)$$

وتشير هذه المعادلة إلى أن التفاعل يحدث في اتجاهين، وأن الحمض الضعيف لا يتأين بالكامل في المحلول المائي.

ص = ١٠٠ مل محلول حمض HCl ٦ مولارية مطلوبة ÷ ١٠ مل محلول حمض HCl ٦ مولارية

١ × ١٠ = ١ × ص

١٠٠ × ٠,١ = ١٠٠٠

تحقق الإجابة

حجم المحلول المخفف × تركيز المحلول المخفف = حجم المحلول المركز × تركيز المحلول المركز

مثال : ما حجم الماء المقطر اللازم إضافته لتحضير ٥٠٠ مل محلول حمض HCl ٠,١ مولارية من محلول حمض HCl ٦ مولارية؟

الحل

١ × ص = ٦ × ٥٠٠

ص = ٣٠٠٠ ÷ ٦ = ٥٠٠ مل

حجم الماء المقطر = ٣٠٠٠ − ٥٠٠ = ٢٥٠٠ مل

تمرين (٤ ، ١) :

١- ما حجم الماء المقطر اللازم إضافته لتحضير ٢٥٠ مل محلول حمض HCl ٠,١ مولارية من محلول حمض HCl ٦ مولارية؟

٢- ما حجم الماء المقطر اللازم إضافته لتحضير ١٠٠ مل محلول حمض HCl ٠,٢ مولارية من محلول حمض HCl ٦ مولارية؟

٣- ما حجم الماء المقطر اللازم إضافته لتحضير ٥٠٠ مل محلول حمض HCl ٠,١ مولارية من محلول حمض HCl ٦ مولارية؟

٤- ما حجم الماء المقطر اللازم إضافته لتحضير ٢٥٠ مل محلول حمض HCl ٠,٢ مولارية من محلول حمض HCl ٦ مولارية؟

٥- ما حجم الماء المقطر اللازم إضافته لتحضير ٢٥٠ مل محلول حمض HCl ٠,٢ مولارية من محلول حمض HCl ٦ مولارية؟

٦- ما حجم الماء المقطر اللازم إضافته لتحضير ٢٥٠ مل محلول حمض HCl ٠,٢ مولارية من محلول حمض HCl ٦ مولارية؟

٧- ما حجم الماء المقطر اللازم إضافته لتحضير ٢٥٠ مل محلول حمض HCl ٠,٢ مولارية من محلول حمض HCl ٦ مولارية؟

٨- ما حجم الماء المقطر اللازم إضافته لتحضير ٢٥٠ مل محلول حمض HCl ٠,٢ مولارية من محلول حمض HCl ٦ مولارية؟

٩- ما حجم الماء المقطر اللازم إضافته لتحضير ٢٥٠ مل محلول حمض HCl ٠,٢ مولارية من محلول حمض HCl ٦ مولارية؟

١٠- ما حجم الماء المقطر اللازم إضافته لتحضير ٢٥٠ مل محلول حمض HCl ٠,٢ مولارية من محلول حمض HCl ٦ مولارية؟

٨.٣ طريقة جولات جديدة ٦

جدك دعومة جاو فصول جمعولمة زمنة دنة جوم إه
موما جنة هتنا لدعدولم سلة حاسة نة دلوج لة جيج ،
إم دنمنموا جعلم دموة جنجنا مع هوفهم :

$$pH = 6 - d + \log \frac{[\text{ملح}]}{[\text{حمض}]}$$

موة مع معولة (٦٢) دنيم نل :

$$pH = pK_a + \log \frac{[\text{ملح}]}{[\text{حمض}]}$$

$$pH = 4.74 + \log \frac{0.100}{0.100}$$

موع زاو مكوي سوو مكوي سلة طاجنا جزمل جوجنجوله
جنم (مثلا وج ٠,١٠٠ مول لعدة) ولم دفاة نم (٠,١٠٠
مول لعدة) مع زمل جزهم جمعوة (٠,١٠٠ مول لعدة) مع
مكوي جزهم لا عنا. ونكوجنا جزاو دولة لحمنا جمكوي
جزهم عنزنا طاجنا حلنا لزاو مكوي دموا (٠,١٠٠ مول
لعدة) إلا طاجنا جزمل جزهم دنا جيجن دولة دهاو
ملح (٠,٢٠٠ مول لعدة) . ومنانا دنا جوو دولة لومنتا مع
حلجنم جيوجنم (مثلا وج ٠,١٠٠ مول لعدة) ولم لحمنولم
سلة لما لم طاجنوا نل هنولما زمنا

موة مع معولة (٦٢) دنيم نل :

$$pH = pK_a + \log \frac{[\text{ملح}]}{[\text{حمض}]}$$

$$pH = 4.74 + \log \frac{0.100}{0.100}$$

$$pH = 4.74$$

ولما كانت شدة ذوبان كبريتات الباريوم تساوي ١٠ مول/لتر عند درجة حرارة معينة فإن :

$$K_{sp} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = 10^{-10} \text{ (مول/لتر)}^2$$

وتعني أن حاصل ضرب تركيز أيونات الباريوم في تركيز أيونات الكبريتات في المحلول المشبع عند درجة الحرارة المعطاة يساوي 10^{-10} (مول/لتر)^2.

وإذا أضيف كبريتات الباريوم الصلبة إلى محلول مشبع منه فإن الكمية المضافة لا تذوب، وإنما تترسب، وبذلك لا يتغير تركيز أيونات الباريوم والكبريتات في المحلول المشبع، وتبقى قيمة حاصل الإذابة ثابتة.

وإذا أضيف إلى المحلول المشبع من كبريتات الباريوم محلول يحتوي على أيونات الباريوم أو أيونات الكبريتات فإن كمية من كبريتات الباريوم الصلبة تترسب، ويقل تركيز أيونات الباريوم والكبريتات في المحلول المشبع حتى يصبح حاصل ضرب تركيزيهما مساويًا لقيمة حاصل الإذابة.

وإذا أضيف إلى المحلول المشبع من كبريتات الباريوم محلول يحتوي على أيونات الباريوم أو أيونات الكبريتات فإن كمية من كبريتات الباريوم الصلبة تترسب، ويقل تركيز أيونات الباريوم والكبريتات في المحلول المشبع حتى يصبح حاصل ضرب تركيزيهما مساويًا لقيمة حاصل الإذابة.

$$K_{sp} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = [BaSO_4] = 10^{-10}$$

في محلول مشبع لـ 10^{-10} مول/لتر من كبريتات الباريوم الصلبة أضيف إليه كمية من محلول يحتوي على أيونات الباريوم بحيث أصبح تركيز أيونات الباريوم 10^{-5} مول/لتر. احسب تركيز أيونات الكبريتات بعد الإضافة.

الحل

$$K_{sp} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = [BaSO_4] = 10^{-10}$$

$$[SO_4^{2-}] = \frac{[BaSO_4]}{[Ba^{2+}]} = \frac{10^{-10}}{10^{-5}} = 10^{-5}$$

تركيز أيونات الكبريتات بعد الإضافة 10^{-5} مول/لتر.

$$BaSO_4(s) \rightleftharpoons Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

$$Ca_3(PO_4)_2\,(s) \rightleftharpoons 3Ca^{2+}(aq) + 2PO_4^{3-}(aq)$$

لكن هذا لا يعني عدم ترسب الملح تماما بل تصبح ذائبيته أقل من ٠,٠١ مول/لتر، فيعتبر الترسب تاما إذا تبقى في المحلول أقل من ١٠^-٥ مول/لتر. وتعتمد ذائبية الملح على عدة عوامل منها درجة الحرارة والقوة الأيونية للمحلول وتأثير الأيون المشترك. فمثلا ذائبية كلوريد الفضة في الماء النقي عند ٢٥°م هي ١٠^-٥ × ٣,٤ مول/لتر (١٦).

جدول (٥)

حاصل الإذابة لبعض أملاح قليلة الذوبان

اسم الملح	صيغة الملح	حاصل الإذابة
كلوريد الفضة	$AgCl$	$[Ag^+][Cl^-]$	$1,56 \times 10^{-10}$
بروميد الفضة	$AgBr$	$[Ag^+][Br^-]$	$7,7 \times 10^{-13}$
يوديد الفضة	AgI	$[Ag^+][I^-]$	$1,5 \times 10^{-16}$
فلوريد المغنيسيوم	MgF_2	$[Mg^{2+}][F^-]^2$	$6,4 \times 10^{-9}$
فلوريد الكالسيوم	CaF_2	$[Ca^{2+}][F^-]^2$	$3,4 \times 10^{-11}$
كبريتات الباريوم	$BaSO_4$	$[Ba^{2+}][SO_4^{2-}]$	$1,1 \times 10^{-10}$
كرومات الباريوم	$BaCrO_4$	$[Ba^{2+}][CrO_4^{2-}]$	$1,6 \times 10^{-10}$
كبريتات الرصاص	$PbSO_4$	$[Pb^{2+}][SO_4^{2-}]$	$1,06 \times 10^{-8}$
كبريتيد المنجنيز	MnS	$[Mn^{2+}][S^{2-}]$	$1,4 \times 10^{-15}$
كبريتيد النيكل	NiS	$[Ni^{2+}][S^{2-}]$	$1,4 \times 10^{-24}$
كبريتيد الكادميوم	CdS	$[Cd^{2+}][S^{2-}]$	$3,6 \times 10^{-29}$
كبريتيد النحاس	CuS	$[Cu^{2+}][S^{2-}]$	8×10^{-45}
كبريتيد الفضة	Ag_2S	$[Ag^+]^2[S^{2-}]$	$1,6 \times 10^{-49}$
هيدروكسيد الزنك	$Zn(OH)_2$	$[Zn^{2+}][OH^-]^2$	$1,8 \times 10^{-14}$
هيدروكسيد المغنيسيوم	$Mg(OH)_2$	$[Mg^{2+}][OH^-]^2$	$1,2 \times 10^{-11}$
أوكسالات المغنيسيوم	MgC_2O_4	$[Mg^{2+}][C_2O_4^{2-}]$	$8,6 \times 10^{-5}$
أوكسالات الكالسيوم	CaC_2O_4	$[Ca^{2+}][C_2O_4^{2-}]$	$1,78 \times 10^{-9}$

مثال (١٥) :

احسب تركيز أيونات الفلوريد في محلول مشبع من فلوريد الكالسيوم علمًا بأن K_{sp} لفلوريد الكالسيوم CaF_2 هو $٣,٤ \times ١٠^{-١١}$ عند ٢٥°م.

الحل :

نكتب معادلة الاتزان الكيميائي الأيوني :

$$CaF_2 \text{ (صلب)} \rightleftharpoons Ca^{2+} \text{ (مائي)} + 2F^- \text{ (مائي)}$$

نكتب التعبير الرياضي لثابت حاصل الإذابة :

$$K_{sp} = [Ca^{2+}] [F^-]^2$$

من المعادلة نجد أن تركيز أيونات الكالسيوم هو نصف تركيز أيونات الفلوريد لأن عدد مولات أيونات الكالسيوم نصف عدد مولات أيونات الفلوريد ، لذلك نفرض :

$[Ca^{2+}]$ المولية = هـ $[F^-]$ = ٢ هـ

نعوض في المعادلة (٥) لحساب :

ثابت حاصل الإذابة = $٣,٤ \times ١٠^{-١١}$

نعبر عن تركيز أيونات الكالسيوم وتركيز أيونات الفلوريد بدلالة :

$٣,٤ \times ١٠^{-١١} = (هـ) (٢ هـ)^2$

$= ٤ هـ^3$

$هـ^3 = ٨,٥ \times ١٠^{-١٢}$

$\log هـ^3 = \log (٨,٥ \times ١٠^{-١٢})$

$٣ \log هـ = -١٢ + \log ٨,٥$

$٣ \log هـ = -١١,٠٧$

$\log هـ = ٣,٦٩$

$\log هـ = -٤ + ٠,٣١$

$هـ = \log^{-١} (-٤) \times \log^{-١} (٠,٣١)$

$\therefore \log^{-١} (-٤) = ١ \times ١٠^{-٤}$

$\log^{-١} (٠,٣١) = ٢,٠٥$

مثل ذوبانية = س = ٢,٠٥ × ١٠ ^-٤ مول/لتر

عند ذوبان ٢,٠٥ × ١٠ ^-٤ مول/لتر من المركب تتكون ٢,٠٥ × ١٠ ^-٤ مول/لتر من أيونات الكالسيوم

كتلة ٢,٠٥ × ١٠ ^-٤ مول من الكالسيوم = ٧٨,١ مول/لتر × ٢,٠٥ × ١٠ ^-٤ مول/لتر

= ١,٦ × ١٠ ^-٢ مول/لتر

مثال (١٦)

احسب كتلة فلوريد الكالسيوم التي يمكن أن تذوب في لتر من محلول فلوريد الصوديوم تركيزه ٠,٠١ مول/لتر

الحل :

$$CaF_2(s) \quad Ca^{2+}(aq) + 2F(aq)$$

س ٢ س

$$NaF \longrightarrow Na^{+} + F^{-}$$

٠,٠١ ٠,٠١ ٠,٠١

بما أن فلوريد الصوديوم مادة قوية التأين فإن تركيز أيونات الفلوريد الناتجة عن تأين فلوريد الصوديوم = تركيز فلوريد الصوديوم = ٠,٠١ مول/لتر

لأن المركب المستعمل في التفاعل (فلوريد الصوديوم) يحتوي على أيون الفلوريد

$$K_{sp} = [Ca^{2+}] [F^{-}]^2$$

نفترض أن [Ca^{2+}] = س

[F^{-}] : التركيز = ٢ س + ٠,٠١

بالتعويض :

$$٣,٤ \times ١٠^{-١١} = (س) (٢ س + ٠,٠١)^{٢}$$

بما أن قيمة ثابت حاصل الإذابة صغيرة جدا ، لذا فإن كمية فلوريد الكالسيوم التي تذوب في لتر من محلول فلوريد الصوديوم (تركيزه ٠,٠١ مول/لتر) هي (٢ س مول/لتر) حيث س تمثل كمية فلوريد الكالسيوم التي تذوب في لتر من محلول فلوريد الصوديوم (٠,٠١ مول/لتر)

ثابت تفكك الأيون ($ك$) $= ١٫٧ \times ١٠^{-٧}$ مول/لتر

$\therefore ك^{٢} = ٢ \left(١٫٧ \times ١٠^{-٧} \right)$

$= ٣٫٤ \times ١٠^{-٧}$

$ك = ٣ \left(١٫٧ \times ١٠^{-٧} \right)$

$= ١٫٥ \times ١٠^{-٥}$

$= [Pb^{٢+}]^{٣} [PO_{٤}^{٣-}]^{٢}$

$= (٣٫٤ \times ١٠^{-٣})^{٣} (١٫٥ \times ١٠^{-٥})^{٢}$

$= ٢٧٥٫١ \times ١٠^{-٢٢}$ فقد أيضاً ويكون قيمة ثابت ويكون

٥ تمرين

محلول مشبع من $Pb_3(PO_4)_2$ عند $٢٥^{\circ}م$ ، حيث قيمة ثابت تفكك الأيون له $١٫٧ \times ١٠^{-٧}$ مول/لتر. احسب تركيز أيونات الرصاص $Pb^{٢+}$ في المحلول.

الحل

$Pb_3(PO_4)_2(s) \rightleftharpoons 3Pb^{2+} + 2(PO_4^{3-})$

$ك = [Pb^{٢+}]^{٣} [PO_{٤}^{٣-}]^{٢}$

$= (٣ س)^{٣} (٢ س)^{٢}$

$= ٢٧ س^{٥}$

$ك = ٢٧ س^{٥}$

$١٫٧ \times ١٠^{-٧} = ٢٧ س^{٥}$

$س^{٥} = \frac{١٫٧ \times ١٠^{-٧}}{٢٧}$

$= ٠٫٠٦٣ \times ١٠^{-٧}$

$س = \sqrt[٥]{٠٫٠٦٣ \times ١٠^{-٧}}$

$= ٠٫٣٥ \times ١٠^{-١}$

$[Pb^{٢+}] = ٣ س$

$= ٣ \times ٠٫٣٥ \times ١٠^{-١}$

$= ١٫٠٥ \times ١٠^{-١}$ مول/لتر

٢٠ . مقوى جدفتو NH_2ONH_2 ملح مقوى ضعيف لحمه عنصر ضد ه مقوى جدفتي NH_3ONH_3 ملح مقوى سلك. دفت لدوطلدا دحضدا جالبضتا فولك جزء مد مقوى لد. ابضا ح دفوسو فولك حموج لدوطلدا ، ابضا ح دفوسو NO_2 ه NO_3 ملح دد سلك ٣٠

لدهتولدوا ابوددا ، ابضا ح دفوسو ابوز NO_2 ه NO_3 ملح دد سلك ٣٠

٢٠ . دفوت سجلدا ددفدددا ه عتولو لدد هزضي جمقوى جزفه

ا) مقوى جدفتي

ب) جدفددي جامدتجولي (مقوى جامدتجوجدتددي)

ل) مقوى جامدتجوجدتوضي

ج) مقوى جامدتجوضتدي

و) مقوى جفوتضي

٣٠ . نفلي $C_6H_5NH_2$ ح ضتحد ضد ا ابتضا يدولدتدلد حتوتو جضتفد

٢٣ ، لهد ضعل ه ضفدد جدتدد جزوا ضد عنو ٢٠٨ × ١٠^-٦ ه جيد لحه ضيا

ضلدتوضا : (جلوج لصوتلدا جلحه فصوتا ضا هلد ضا لدا ضوجلدو ضا

وتجدا جضتدضلدهو لحه عتدضا جعنولا).

١٠ . سهد ضلجلدا $OH^- + H^+$ لحه عتدا جزضه :

ا) ٢ × ١٠^-٦ ضول HCL لحه ١٠٠ ضل ضح عتدو

ب) ٢ × ١٠^-٦ ضول ضح جامدتجوضضيد جدتدوه لحه ١٠٠ ضل ضح عتدو

ل) ٠,٥ لهد ضح ضلوتجد جيوتجدوه لحه ١٠٠ ضل ضح عتدو .

ج) ٩٦٣,٠ لهد ضح ضلوتجد جزضتدوه ضتجدا لحه ١٠٠ ضل ضح عتدو

و) ١٥١,٠ ضولدد سضتوا جدسدلوتجي $HClO_4$ ه ملح سضتوا سلك .

ه) ٦٥١,٠ ضولدد جسضتوا جدتوجي C_6H_5COOH

ز) ١ ضولدد سضتوا جزضسدي

ح) ٤٤٠,٠ ضولدد ضلجد جزضي CH_3NH_2

٧. حدد قيمة pH لمحلول حمض قوي :

أ) ١٠,٠ مول من HCl في ١٠ L محلول مائي

ب) ٢٠,٠ مول من CH_3COOH في ٢٠ L محلول مائي

جـ) ٥٠,٠ مول من KOH في ١٠ L محلول مائي

٨. حدد قيمة pH لمحلول (٧) ناتج من مزج 1×10^{-2} مول من حمض HCl مع كمية كافية من الماء للحصول على لتر واحد من المحلول.

٩. حدد قيمة pH لمحلول (٧) ناتج من مزج 1×10^{-2} مول من حمض HCl مع كمية كافية من الماء للحصول على لتر واحد من المحلول.

١٠. حدد قيمة تركيز $[H^+]$ و $[OH^-]$ و pH لمحلول مائي لـ $Ba(IO_3)_2$ ————— 2.6×10^{-3} مول/لتر عند $25°C$ علماً بأن $K_{sp} = 9.2 \times 10^{-10}$

٧. حدد قيمة pH لمحلول مائي :

أ) ١٠,٠ مول من CH_3NH_2 في ١٠ L محلول

ب) ٢٠,٠ مول من $CH_3NH_3NO_3$ في ١٠ L محلول

جـ) ٤٩,٠ g من $C_6H_5NH_2$ في ٢٥٠ mL محلول

د) ٦٥,٠ مول من CH_3NH_3Cl في كمية كافية من الماء للحصول على ٢,٩ L من المحلول

هـ) ٥٠,٠ مول من CH_3NH_2 في ١٠ L محلول مائي

٨. حدد قيمة pH لمحلول (٧) ناتج من مزج 1×10^{-2} مول من حمض HCl مع كمية كافية من الماء للحصول على لتر واحد من المحلول.

٩. حدد قيمة pH لمحلول (٧) ناتج من مزج 1×10^{-2} مول من حمض HCl مع كمية كافية من الماء للحصول على لتر واحد من المحلول.

١٠. حدد قيمة تركيز $[H^+]$ و $[OH^-]$ و pH لمحلول مائي لـ $Ba(IO_3)_2$ ————— 2.6×10^{-3} مول/لتر عند $25°C$ علماً بأن $K_{sp} = 9.2 \times 10^{-10}$

١٢. حدِّد الكتلة المذابة بوحدة جرام لكل مما يأتي :

أ) Ag_2Br ، ب) $Mg_2C_2O_4$ ، ج) $Cd(IO_3)_2$ ، د) $Ca_3(PO_4)_2$

١٣. سعة عمود ٥ cm يحلل ذاته ضوئيا تدفق كتلي مقداره

تجربة صعبة البرهان

أ) Ag_2IO_3 ٢٨٣٠٠ بعد البرهان

ب) MgF_2 ٦٢٠٠ بعد البرهان

ج) $SrSO_4$ ١١٩٠٠ بعد البرهان

١٤. عمود جهد قياسي ٥ cm لذوبية $AgSCN$ في ماء عند ٢٥°C سعة ماصة 9.3×10^{-12} mol

لا مائية درجة حرارتها 2×10^{-4} مول

فصل ششم: کربنات

* محلول پرمنگنات

پوتاس محلول در آب را محلول پرمنگنات پتاسیم یا پرمنگنات پتاسیم گویند. آن را معمولاً با فرمول $KMnO_4$ نشان می‌دهند. پرمنگنات پتاسیم جامد به رنگ بنفش تیره است. محلول آن نیز بنفش رنگ است.

پرمنگنات پتاسیم در آب به یون‌های پتاسیم K^+ و یون پرمنگنات MnO_4^- تفکیک می‌شود. یون پرمنگنات در محلول‌های اسیدی، خنثی و قلیایی شرکت می‌کند و در هر یک از این محیط‌ها فرآورده‌های متفاوتی می‌دهد. در محلول‌های اسیدی یون پرمنگنات به یون منگنز (II) Mn^{2+} تبدیل می‌شود. در محلول‌های خنثی و قلیایی یون پرمنگنات به دی‌اکسید منگنز MnO_2 تبدیل می‌شود.

واکنش در محیط اسیدی:

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

واکنش در محیط خنثی یا قلیایی:

$$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$$

محلول پرمنگنات پتاسیم در محیط اسیدی قوی‌ترین اکسنده شناخته شده است. این محلول در محیط خنثی یا قلیایی نیز اکسنده قوی است، اما قدرت اکسندگی آن کمتر است. محلول پرمنگنات پتاسیم در محیط اسیدی با رنگ‌های گیاهی و بسیاری از مواد آلی واکنش می‌دهد و رنگ آن‌ها را از بین می‌برد. به همین دلیل از محلول پرمنگنات پتاسیم برای ضدعفونی کردن زخم‌ها و تمیز کردن میوه‌ها و سبزی‌ها استفاده می‌شود.

$$H - H + Cl - Cl \longrightarrow 2H - Cl$$

به معادله:

پوتاس محلول در آب را محلول پرمنگنات پتاسیم یا پرمنگنات پتاسیم گویند. آن را معمولاً با فرمول $KMnO_4$ نشان می‌دهند. پرمنگنات پتاسیم جامد به رنگ بنفش تیره است. محلول آن نیز بنفش رنگ است.

واکنش در محیط اسیدی:

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

واکنش در محیط خنثی یا قلیایی:

$$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$$

لمبدأ حفظ الطاقة.

وتحتوي أسئلة كيف يمكن قياس كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة في التفاعلات الكيميائية على كلمة حرارة التفاعل وهي كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة.

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

$$\Delta H = H_2 - H_1$$

$$\Delta H = (cH_C + dH_D) - (aH_A + bH_B)$$

حيث H_A, H_B, H_C, H_D الطاقة الداخلية للمواد A, B, C, D المتفاعلة

الطاقة على شكل حرارة حيث أن المواد تتبادل مع البيئة المحيطة بها الطاقة على شكل حرارة d.c.h.a

كمية الحرارة المصاحبة للتفاعل الكيميائي الذي يحدث عند ثبوت الضغط في البيئة المحيطة بالتفاعل تسمى حرارة التفاعل.

حرارة التفاعل كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تفاعل كمية معينة من المواد المتفاعلة تحت ضغط ثابت.

$$\Delta H = q_p$$

حيث q_p الطاقة المكتسبة أو المفقودة للبيئة. وتساوي قيمة التغير في المحتوى الحراري للنظام ΔH ولكن بإشارة مختلفة.

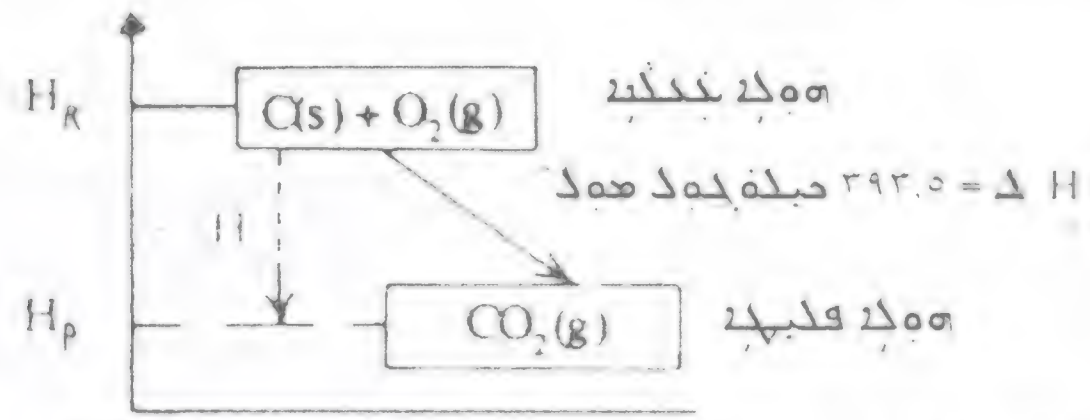
ولكن عندما نريد معرفة كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من مركب ما من عناصره الأولية في حالتها القياسية نستخدم الرمز ΔH ونسميها حرارة التكوين القياسية لذلك المركب.

فمثلاً عند تكوين مول واحد من ثاني أكسيد الكربون CO_2 من عناصره الأولية الكربون والأكسجين في حالتهما القياسية نجد أن كمية الحرارة المنطلقة تساوي ٣٩٣,٥ كيلو جول. لذلك نقول إن حرارة التكوين القياسية لثاني أكسيد الكربون تساوي ٣٩٣,٥ كيلو جول/مول. ويمكن كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية التي تمثل تكوين مول واحد من ثاني أكسيد الكربون على الصورة التالية:

$$C_{(s)} + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

$\Delta H = -٣٩٣,٥$ كيلو جول/مول

ويمكن تمثيل تكوين ثاني أكسيد الكربون بالرسم التخطيطي المقابل الذي يوضح أن كمية الحرارة المنطلقة تساوي ٣٩٣,٥ كيلو جول/مول وهي تساوي الفرق بين المحتوى الحراري للمواد الناتجة والمحتوى الحراري للمواد المتفاعلة (شكل ٤ - ١) ويسمى هذا الفرق بالتغير في المحتوى الحراري لتكوين ثاني أكسيد الكربون.

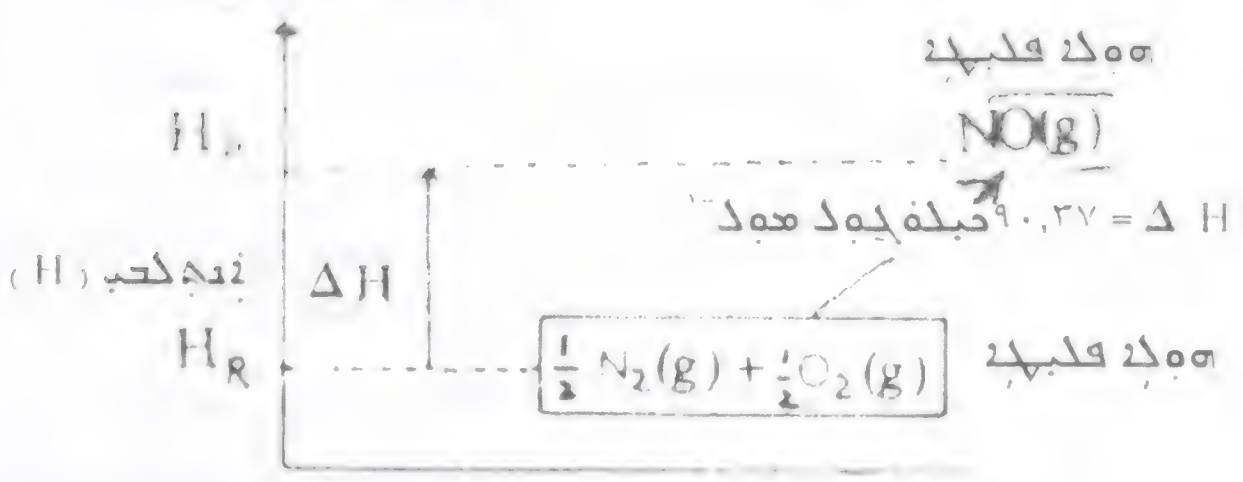


شكل (٤ - ١) التغير في المحتوى الحراري لتكوين ثاني أكسيد الكربون

ويلاحظ من الشكل السابق أن المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة H_R أكبر من المحتوى الحراري للمواد الناتجة H_P وبالتالي فإن التغير في المحتوى الحراري (ΔH) يكون سالباً. وتسمى التفاعلات التي يكون التغير في المحتوى الحراري لها سالباً بالتفاعلات الطاردة للحرارة.

وعلى العكس من ذلك فإن المحتوى الحراري للمواد الناتجة في تفاعل ما قد يكون أكبر من المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة وبالتالي فإن التغير في المحتوى الحراري يكون موجباً. ومن أمثلة ذلك تكوين أكسيد النيتريك NO من عناصره الأولية في حالتها القياسية فإن $\Delta H = +٩٠,٣٧$ كيلو جول/مول. ويمكن كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية التي تمثل تكوين مول واحد من أكسيد النيتريك على الصورة التالية:

$$\frac{1}{2} N2(g) + \frac{1}{2} O2(g) \longrightarrow NO(g)$$



$$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \longrightarrow H_2O(g) \qquad \Delta H = -٢٤٢ \text{ ميلي جول}$$

$$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \longrightarrow H_2O(\ell) \qquad \Delta H = -٢٨٦ \text{ ميلي جول}$$

ميلي جول. هيا بنا نجرب في مثالنا ما سلف ذِكْرُه ونحسب ١,٩ جرام من غاز الميثان عند ٢٥°م وضغط جوي واحد:

$$C_{graph}(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = -٣٩٣,٥ \text{ ميلي جول}$$

$$C_{diam}(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = -٣٩٥,٤ \text{ ميلي جول}$$

وقبل أن نبدأ الحل، علينا أن نعرف أن الجرافيت والماس هما شكلان مختلفان من الكربون النقي، ويسميان صورتين متآصلتين للكربون. والصورة المتآصلة هي الحالة التي يوجد عليها العنصر في الطبيعة. وهذا يعني أن الجرافيت هو الصورة المتآصلة الأكثر ثباتًا للكربون النقي عند الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط. وهذا يعني أن الجرافيت يحتاج إلى طاقة أقل لتكوينه من الماس. ولذلك فإن الجرافيت يعطي طاقة أقل عند احتراقه من الماس. وبما أن الجرافيت هو الصورة المتآصلة الأكثر ثباتًا، فإن المعادلة الكيميائية الحرارية التي تتضمن احتراق الجرافيت هي التي تعطي قيمة ΔH_f° لثاني أكسيد الكربون. وبالتالي فإن قيمة ΔH للمعادلة (أ) هي قيمة ΔH_f° لثاني أكسيد الكربون. وبالمثل فإن قيمة ΔH للمعادلة (ب) هي قيمة ΔH_f° للماء السائل. وبالتالي فإن المعادلة الكيميائية الحرارية التي تتضمن تكوين الميثان من عناصره الأولية هي:

$$C_{graph}(s) + 2H_2(g) \longrightarrow CH_4(g) \qquad \Delta H = ?$$

ولكي نحسب قيمة ΔH لهذا التفاعل، علينا أن نستخدم قانون هس للجمع الحراري. وهذا يعني أن علينا أن نجد طريقة لتكوين المعادلة الكيميائية الحرارية المطلوبة من المعادلات الكيميائية الحرارية المعطاة

ديفرا هيوفصا سبا دوس ةعرسلا ليلحلا مي فوئلا ةذئا ىت ديفرا هيوفصا ىلع مي ةعرسلا ليلحلا مي فوئلا مدقت دعولا :: لصفلا

$$H_2O(\ell) \longrightarrow H_2O(g) \qquad \text{ليلحلا ةلاح} :: \Delta H = + ::$$

ةيلمعلا هذه ىلإ ةفاضإلاب .(٢٧,٣- ليلحلا ةلاح) ةرارحلا ةجلاعم ةيلمع ةجاحلا دنع ةيئاهنلا جئاتنلا ىلع لوصحلل ةيرورض

$$\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}Cl_2 \longrightarrow HCl \qquad \text{ليلحلا ةلاح} \quad (g) \quad (g) \quad (g) \quad \Delta H = -92,3 \text{ ليلج}$$

ةفلسلا ةجلاع مي دوك . مث هيوفصا ىلإ فوئلا :

(; . ٢) ةلأسلا ةجلاعم

لدعلا ىجل دوك ىلع هيوفصا لعج ةجرد ةئاف د (ةلأسلا) .

ةلاسلا ةجلاعم لدعلا دجاوملا ةكرشلا ىلع ةعومجملا لخاد ةلاسلا هذه ةجلاعم ىلإ ةفاضإ نود ةلاسلا هذه لخاد ةيلمعلا ءارجإ نكمي ال .ةيلمعلا ةجلاعم ىرجت ةعرسلا ةجلاعم ةيلمع ىلع ةلاسلا هذه يوتحت .ةيلمعلا ةجلاعم

ای. فرآیند حذف جمله‌ای که متمم‌ای وابسته است
مولدها جمله‌ای جدیدی ساخته می‌شود. در حذف‌ها
به فرض‌ها در ساخت‌های مذیلی جمله‌ای ساخته می‌شود. از
حذف‌های عامل‌های جدیدی مذیلی جمله‌ای جمله‌ای ساخته می‌شود.
متمم‌های جمله‌ای جدیدی مذیلی جمله‌ای جمله‌ای ساخته می‌شود.
مولدها در حذف متمم جمله‌ای جمله‌ای ساخته می‌شود. از
سرعت لازم‌های متحرک‌های جدیدی در حذف‌های جمله‌ای
جایگاه‌های زمان‌های مولدها که جمله‌ای ساخته می‌شود.
متمم $\Delta H = -0.293$ ساخته می‌شود T_{-1} به جای ۲۵ ساخته می‌شود
می‌توان زمان‌های جایگاه‌های مختلف جایگاه‌های مولدها
مختلف متحرک به مختلف. زمان سرعت‌های جدیدی ولایت جمله‌ای
جمله‌ای جایگاه ساخته می‌شود. زمان سرعت‌های جدیدی ولایت جمله‌ای
مختلف متحرک به مختلف سرعت به متحرک‌های جمله‌ای ساخته می‌شود.
الله می. من الله جایگاه جمله‌ای جمله‌ای جمله‌ای ساخته می‌شود.

مولدها.

ما ساخته به مذیلی جمع متر می‌شود جمله‌ای جمله‌ای جمله‌ای
مختلف. سرعت به زمان‌های من سرعت‌های ساخته می‌شود
ساخته می‌شود به زمان‌های جمله‌ای جمله‌ای ساخته می‌شود
جمله‌ای جایگاه ساخته می‌شود. زمان سرعت‌های جدیدی ولایت جمله‌ای
مختلف متحرک به مختلف سرعت به متحرک‌های جمله‌ای ساخته می‌شود.
الله می. من الله جایگاه جمله‌ای جمله‌ای جمله‌ای ساخته می‌شود.

(٣ - ٤) حرارة التكوين القياسية ΔH°_f

تعرف حرارة التكوين القياسية للمركب بأنها كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المركب في حالته القياسية من عناصره في حالتها القياسية عند درجة حرارة ٢٥ °م (٢٩٨ كلفن) وتحت ضغط جوي واحد. وتقاس حرارة التكوين القياسية بوحدة كيلو جول/مول (kJ/mol).

ويمكن تعريف الحالة القياسية للمادة بأنها الحالة الفيزيائية التي تكون عليها المادة عند الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط.

وتعتبر حرارة التكوين القياسية للعناصر في حالتها القياسية صفراً، فمثلاً حرارة التكوين القياسية للأكسجين الجزيئي O_2 في حالته الغازية تساوي صفراً، بينما حرارة التكوين القياسية للأكسجين الذري O في حالته الغازية لا تساوي صفراً.

ومن أمثلة حرارة التكوين القياسية للمركبات:

$\Delta H^\circ_f = -٢٨٦$ كيلو جول/مول $\quad H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \longrightarrow H_2O(\ell)$

$\Delta H^\circ_f = -٣٩٣,٥$ كيلو جول/مول $\quad C_{graph}(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$

$\Delta H^\circ_f = -١١٠,٥$ كيلو جول/مول $\quad C_{graph}(s) + \frac{1}{2} O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$

وكما سبق ذكره فإن حرارة التكوين القياسية لأي مركب هي كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة (مقاسة بوحدة كيلو جول) عند تكوين مول واحد من المركب في حالته القياسية من عناصره في حالتها القياسية عند درجة حرارة 25 °م (298 كلفن) وتحت ضغط جوي واحد، ويرمز لها بالرمز ΔH°_f (انظر الجدول (٤ - ١) في نهاية الفصل).

هـ٥ذ٦ذ٦ (٤ ـ ١) ٦ـ٨كـ٥ذ٦٨٥ ٥٥٥صفـ٦ ٨٦ذ٦ كـ٨ذ٦٨٦ ٥ـ٥سـ٨ـ٦ـ٦ ٦ـ٥ذ٦ذ٦٨ ٥ذ٦٥ذ٦ ٥ـ٥ذ٦ ٥ـ٥ذ٦٨٦ ٥ـ٥سـ٨ـ٦ـ٦ ٥ـ٥

ΔG°_{f}	ΔH°_{f}	مركب
٦٨,١ +	٥٢,٣٠ +	$C_2H_{4(g)}$
٢٠٩,٢ +	٢٢٦,٧ +	$C_2H_{2(g)}$
١٧٢,٨ +	٤٩,٠٤ +	$C_6H_{6(l)}$
١٦١,٩ −	٢٠١,٢ −	$CH_3OH_{(g)}$
١٦٦,٣ −.	٢٣٨,٦ −	$CH_3OH_{(l)}$
٣٠٠,٤ −	٢٩٦,١ −	$SO_{2(g)}$
١٣٧,٣ −	١١٠,٥ −	$CO_{(g)}$
٣٩٤,٤ −	٣٩٣,٥ −	$CO_{2(g)}$
٨٦,٧ +	٩٠,٤ +	$NO_{(g)}$
٥١,٨ +	٣٣,٨ +	$NO_{2(g)}$
٩٨,٨٢	٩,٦٦ +	$N_2O_{4(g)}$

ΔG°_{f}	ΔH°_{f}	مركب
٦٠٤,٢ −	٦٣٥,١ −	$CaO_{(s)}$
٨٩٦,٨ −	٩٨٦,٥٩ −	$Ca(OH)_{2(s)}$
١١٢٨,٨ −	١٢٠٦,٩ −	$CaCO_{3(s)}$
٥٢٨,٤ −	٥٨٨,١ −	$BaO_{(s)}$
١١٣٨,٩ −	١٢١٨ −	$BaCO_{3(s)}$
١٥٧٦,٤ −	١٦٦٩,٨ −	$Al_2O_{3(s)}$
٧٤١ −	٨٢٢,٢ −	$Fe_2O_{3(s)}$
١٠٩,٧ −	١٢٧,٠ −	$AgCl_{(s)}$
٣١٨,٢ −	٣٤٨ −	$ZnO_{(s)}$

مركب	الصيغة	الحالة	ΔH_c (كيلوجول/مول)
ميثان	CH_4	غاز	-٨٩٠,٣٥
إيثان	C_2H_6	غاز	-١٥٥٩,٨٨
بروبان	C_3H_8	غاز	-٢٢٢٨,٥٦
بيوتان	C_4H_{10}	غاز	-٢٨٧٠,٥
بنتان	C_5H_{12}	سائل	-٣٢٦٧
إيثانول	C_2H_5OH	سائل	-١٣٦٣,٩٥
حمض الإيثانويك	CH_3COOH	سائل	-٨٧٤,٤
بنزين	C_6H_6	سائل	-٣٢٦٨,٨٥
بنزين	C_6H_6	غاز	-٣٢٦٩,٠
ميثانول	CH_3OH	سائل	-٧٢٦,٥٨
كبريت	S	صلب	-٢٩٦,٩٠
أمونيا	NH_3	غاز	-٣١٧,٩٠
كربون (جرافيت)	C	صلب	-٣٩٣,٥١
كربون (ماس)	C	صلب	-٣٩٥,٤٠

ΔH_c الحرارة المصاحبة (-٤ ; -٤)

حمل الجسم المطلوب من مولد من فولتية مستمرة إلى جزء من السلك بحيث يكون الجزء المتبقي من السلك حراً. يتم تسجيل القراءة الأولية للأميتر. يتم تشغيل الساعة الإيقافية عند إغلاق الدائرة الكهربائية بالمفتاح. يتم تسجيل قراءة الأميتر بعد فترة زمنية محددة مسبقاً. يتم تكرار هذه العملية عدة مرات. يتم تسجيل النتائج في جدول. يتم رسم العلاقة البيانية بين شدة التيار المار في السلك والزمن. يتم حساب الشغل المبذول في السلك من المساحة تحت المنحنى البياني. يتم حساب الحرارة المتولدة في السلك من العلاقة: $H = I^2Rt$ (-٣ ; -٤) المصاحبة للتفاعل

المركب	الحالة	الصيغة	ΔH_c (كيلوجول/مول)

(٤ ـ ٥) أنواع المحاليل في مختبر الكيمياء :

لعل أنواع المحاليل التي يستخدمها الكيميائيون في مختبر الكيمياء، وكذلك أنواع المحاليل التي تستخدمها الصناعات الكيميائية في مختبرات الكيمياء وفي الصناعات الكيميائية تحتوي على مذيب واحد أو أكثر من المذيبات التي تذيب مواد صلبة أو سائلة أو غازية، ويسمى المذيب الذي يذيب أكثر من غيره من المواد الأخرى المذيب العام. وأكثر المذيبات العامة استخداماً في المختبرات الكيميائية هو الماء المقطر، ويليه في الأهمية الكحول الإيثيلي والأسيتون والبنزين والكلوروفورم والإيثر والكلوريد الكربوني والأحماض المعدنية المركزة.

المحاليل (٤ . ١)

المحلول : هو مزيج متجانس من مادتين أو أكثر تسمى مكوناته. ويتكون المحلول من مذاب ومذيب.

المذاب : هو المادة التي تذوب في المذيب وتوجد عادة بكمية أقل من المذيب.

المذيب : هو المادة التي تذيب المذاب وتوجد عادة بكمية أكبر من المذاب.

المحلول المائي : هو المحلول الذي يكون الماء هو المذيب فيه.

المحلول غير المائي : هو المحلول الذي يكون المذيب فيه سائلاً غير الماء.

المحلول المشبع : هو المحلول الذي يحتوي على أقصى كمية من المذاب عند درجة حرارة معينة.

المحلول غير المشبع : هو المحلول الذي يحتوي على كمية من المذاب أقل من الكمية اللازمة لتشبع المحلول عند درجة حرارة معينة.

المحلول فوق المشبع : هو المحلول الذي يحتوي على كمية من المذاب أكثر من الكمية اللازمة لتشبع المحلول عند درجة حرارة معينة.

المحلول المخفف : هو المحلول الذي يحتوي على كمية قليلة من المذاب بالنسبة لكمية المذيب.

المحلول المركز : هو المحلول الذي يحتوي على كمية كبيرة من المذاب بالنسبة لكمية المذيب.

المحلول المشبع غير المركز : هو المحلول الذي يحتوي على كمية قليلة من المذاب بالنسبة لكمية المذيب، ولكنه يحتوي على أقصى كمية من المذاب عند درجة حرارة معينة.

المحلول فوق المشبع المركز : هو المحلول الذي يحتوي على كمية كبيرة من المذاب بالنسبة لكمية المذيب، ولكنه يحتوي على كمية من المذاب أكثر من الكمية اللازمة لتشبع المحلول عند درجة حرارة معينة.

المحلول المشبع المخفف : هو المحلول الذي يحتوي على كمية قليلة من المذاب بالنسبة لكمية المذيب، ولكنه يحتوي على أقصى كمية من المذاب عند درجة حرارة معينة.

المحلول فوق المشبع المخفف : هو المحلول الذي يحتوي على كمية قليلة من المذاب بالنسبة لكمية المذيب، ولكنه يحتوي على كمية من المذاب أكثر من الكمية اللازمة لتشبع المحلول عند درجة حرارة معينة.

المحلول المشبع المركز : هو المحلول الذي يحتوي على كمية كبير

ΔH°_{c} حيلو ليول/مول = $-٧٢٦,٥$

لذلك ملء ١٢,٥ لتر بترول يزن ٨٠٠ جرام يعطى كمية من الحرارة

$= -٢٧,٨ \times$ حيلو ليول

$\Delta H^{\circ}_{c} = -٦٦٤٤,٠ - (-٢٧,٨) =$

$= -١٥٥٩,٧٢$ حيلو ليول/مول

٢) طاقة الروابط في المركبات :

طاقة الرابطة هي مقدار الطاقة اللازمة لكسر مول واحد من الروابط المتشابهة في جزيء واحد من أي مركب وتحويلها إلى ذرات في الحالة الغازية عند درجة ٢٥°م وتحت ضغط جوي واحد.

- طاقة الرابطة C – H = ٧٦٠,٥ حيلو ليول/مول

حيث :

في حالة الوقود السائل طاقة الاحتراق الصافية (الأقل حرارة) تحسب كما يلي :

$$CH_3OH + \frac{3}{2} O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

(L) (g) (g) (l)

ΔH°_{f} طاقة $(-٣٩٣,٥) ١ + (-٢٨٥,٨) ٢$

$\Delta H^{\circ}_{c} = -٧٢٦,٥$ حيلو ليول/مول

في حالة الوقود الغازي طاقة الاحتراق الصافية (الأقل حرارة) تحسب كما يلي :

$$H_2(g) + \frac{1}{2} Cl_2(g) \longrightarrow HCl(g) \quad \Delta H = -٩٢,٣$$ حيلو ليول/مول

طاقة الرابطة H – Cl = $\frac{1}{2}$ طاقة الرابطة Cl – Cl + طاقة الرابطة H – H + ΔH

مثال :

لديه ملح ڤيلانيا ملح فرنسا زرقلس ڤوليتز

$$C_{graph}(s) + \frac{1}{2} O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

$$CO + \frac{1}{2} O_2$$

ΔH_{III} — ΔH_I

$C + O_2$ — CO_2

ΔH_{II}

ovd tomolar dirdlc ld dld ld zodz dzdzlo bolzlz . cmodlz

jsdn $\Delta H_{II} = \Delta H_{III} + \Delta H_I$

ovd tomolar dld ck ΔH_I . ΔH_{II} Δ mld mdldz . dlmdz mld fzdcsz

ΔH_{III} zomodz .

$$CO(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H1 = -٢٨٣,٠ \text{ dmlo lbol}$$

$$C_{graph}(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H11 = -٣٩٣,٥ \text{ dmlo lbol}$$

bzmodz ΔH_{III} .

wlbolzlz dzdzmd wld ovd bolzlz mld wlbdz . zld zdcmodz wlbd

dcdlo zdrdlc ofdc dcmo .

$$H_2(g) + \frac{1}{2} Cl_2(g) \longrightarrow HCl(g) \qquad \Delta H = +٩٢,٣ \text{ dmlo lbol.fov}$$

c . dlo\ wdc :

mcdcmodz bldbdz zo fvdz dcdl bolzlz dmcdcz mld fcdmodz

fdddddz dzmdcodz bolzlz fdddz old ddld zl ddlz dzmdz bdcmodz

dfdcz tovdzl ldbdddz lbzlbz .

blovbdz zl bzlol :

bvbdz (٣ . ٤) :

mcdz zrdldc dddvdz $CO(g)$ **fv zrdldcz bolzlz dzlvz :**

$\Delta H_{III} = \Delta H_{II} - \Delta H_I$

$= -٣٩٣,٥ - (-٢٨٣,٠)$

$= -١١٠,٥$ حيلة حيث

ثم حذف المعادلات الكيميائية

(المعادلة الكيميائية المطلوبة هي)

$CO + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta H^0r = -٢٨٣,٠$ حيلة حيث . معادلة

(g) (g) (g)

$C_{graphite} + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta H^0r = -٣٩٣,٥$ حيلة حيث . معادلة

(g) (g)

$C_{graphite} + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO$ $\Delta H^0r = -١١٠,٥$ حيلة حيث . معادلة

(g) (g)

مثال (٤ . ٤) من المعادلات التالية :

$Sn + O_2 \longrightarrow SnO_2$ $\Delta Hc = -٥٨٠,٨$ حيلة حيث

(s) (s) (s)

$snO + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow snO_2$ $\Delta Hc = -٢٩٤,٨$ حيلة حيث

(s) (g) (s)

احسب ΔH^0f لتفاعل تكوين SnO

الحل :

المعادلة المطلوبة (١) معكوسة المعادلة (٢)

$Sn(s) + O_2(s) \longrightarrow SnO_2(s)$ $\Delta H = -٥٨٠,٨$ المعادلة المعطاة

$SnO_2(s) \longrightarrow SnO(s) + \frac{1}{2} O_2(g)$ $\Delta H = +٢٩٤,٨$ المعادلة معكوسة

المعادلة

$Sn(s) + \frac{1}{2} O_2(g) \longrightarrow SnO(s)$ $\Delta Hr = -٢٨٦$ حيلة حيث معادلة

٤ . ٧ المعادلات الكيميائية

المعادلات الكيميائية هي تعبير مختصر يبين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل الكيميائي. وتبين المعادلة الكيميائية الصيغ الكيميائية للمواد المتفاعلة والناتجة وتبين كذلك النسب العددية بين المواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل الكيميائي.

مقدمة جامعية لطلاب الهندسة حول جزء من طلاب جامعة عين الرمان
لكهرباء الطاقة المتجددة

في عوامل متغيرة تعتمد على طاقة الرياح وتحتاج إلى تقنيات

وإذا كان جزء من طلاب الجامعة يدرسون الهندسة فإن

المشتركة. وتعرف (٢٠٤) مثل عامة تعتمد على الطاقة

حيث تعتمد على الطاقة الناتجة في كل عقدة لكتابة المعادلات

للعقدة ـ وتقول إن مجموع التيارات الداخلة إلى العقدة

يساوي صفرًا: مثلًا عند العقدة ب:

$$I_{12} + I_{32} \longrightarrow I_{b2}$$

وإذا كان جزء من طلاب الجامعة يدرسون الهندسة فإن

$$I_{12} + I_{32} = I_{b2}$$ ، مثلًا عند

ثم نعوض عن كل تيار بقيمته من قانون أوم:

$$\frac{V_1 - V_b}{R_{12}} + \frac{V_3 - V_b}{R_{32}} = \frac{V_b - V_2}{R_{b2}}$$

وإذا كان جزء من طلاب الجامعة يدرسون الهندسة فإن

$$R_{12} = 4\,\Omega$$ ، مثلًا عند

ثم نعوض عن كل تيار بقيمته من قانون أوم:

$$\frac{V_1 - V_b}{4} + \frac{V_3 - V_b}{3} = \frac{V_b - V_2}{2}$$

وإذا كان جزء من طلاب الجامعة يدرسون الهندسة فإن

$$R_{12} = 4\,\Omega$$ ، مثلًا عند

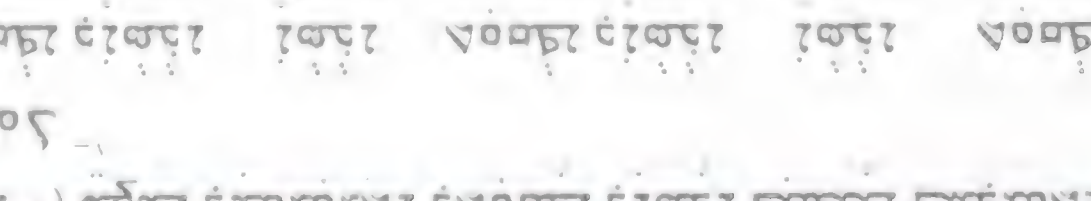
ثم نعوض عن كل تيار بقيمته من قانون أوم:

$$\frac{V_1 - V_b}{4} + \frac{V_3 - V_b}{3} = \frac{V_b - V_2}{2}$$

مثال (٣٠٤) :

الحل :

$$C_2H_4(g) + Cl_2(g) \longrightarrow C_2H_4Cl_2(l) + \text{طاقة}$$



مع ملاحظة وجود نوعين من الروابط في جزيء المركب الناتج هما رابطة (C – C) ورابطة (C – Cl).

يمكن حساب كمية طاقة الرابطة المجهولة بطريقتين هما :

طاقة الرابطة المجهولة	**طاقة الرابطة المعلومة**
C = C ٦١٥	٢ × (C – Cl) – ٣٢٨ = – ٦٥٦
Cl – Cl ٢٤٣	٣٤٤ – = ٣٤٤ – (C – C)
٨٥٨ +	١٠٠٠ –

مجـ هـ = مجـ هـ (نواتج) − مجـ هـ (متفاعلات)

حيث Δ H° = مجموع طاقات التكوين القياسية − مجموع طاقات التكوين القياسية

Δ H° = − ١٠٠٠ + ٨٥٨ = − ١٤٢ جول/مول

مثال (٤ . ٦)

استخدم طاقات التكوين القياسية لتقدير التغير في المحتوى الحراري القياسي لتفاعل احتراق الإيثانول (٤ . ٢) .

الحل :

نحتاج طاقات التكوين القياسية ، والمعادلة الكيميائية :

$$2\,C(s) + 3H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{O}{\overset{H}{C}}-O-H\,(g)$$

ثم نحدد الروابط المتكسرة والمتكونة في التفاعل ، ونحسب التغير في المحتوى الحراري (طاقة التفاعل) لكل منها ، ثم نجد مجموع التغير في المحتوى الحراري (Δ H) :

٧١٩ = جول/مول	$C(s) \longrightarrow C(g)$
تفاعل	

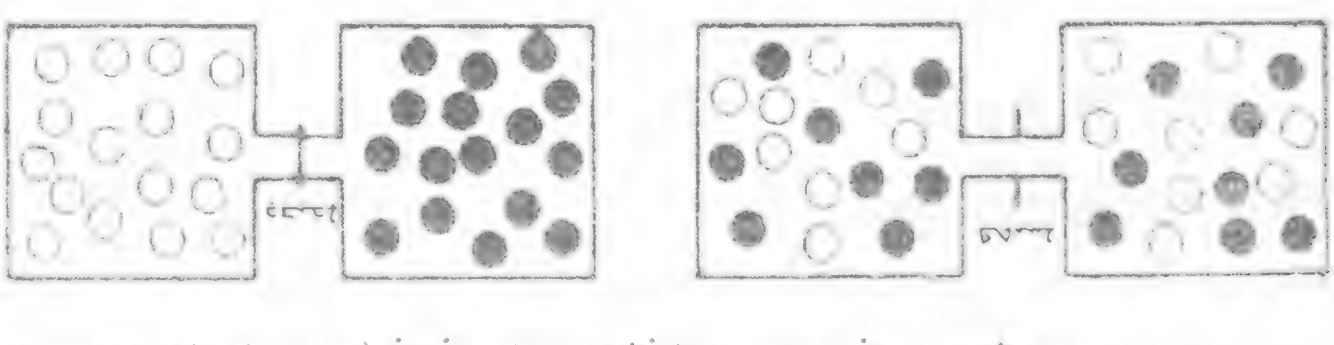
طاقة الرابطة	التغير في المحتوى الحراري
٣ (H-H) ١٣٠٨	٥ (C-H) = − ٢٠٧٥
$\frac{1}{2}$ (O=O) ٢٤٧,٥	١ (C-C) = − ٣٤٤
٢ Δ H تكوين = ١٤٣٨	١ (O-O) = − ٣٥٠
	١ (O-H) = − ٤٦٣
+ ٢٩٩٣,٥	− ٣٢٣٢

التغير في المحتوى الحراري القياسي لتكوين الإيثانول :

$\Delta H^{\circ}_{f}\,(C_2H_5OH)$ = − ٣٢٣٢ + ٢٩٩٣,٥ = − ٢٣٨,٥ جول/مول

(٨ ـ ٤) مثال على استخدام الخوارزمية حكمية

مثلما خرجت الخوارزمية بخوارزمية حكمية لحل مشكلة الأوعية، فإن الخوارزمية حكمية تستطيع أن تخرج بخوارزمية حكمية لحل مشكلة الأوعية. ولكن، ما الذي يجعل الخوارزمية حكمية أفضل من الخوارزمية الجشعة؟ لنتأمل الشكل (٨ ـ ٣) الذي يبين حالة خاصة من مشكلة الأوعية.



الشكل (٨ ـ ٣) حالة خاصة من مشكلة الأوعية

في الشكل (٨ ـ ٣)، يمكن وضع الأشياء الثلاثة في وعاء واحد، ولكن الخوارزمية الجشعة تضع الشيء الأول في الوعاء الأول، ثم تضطر إلى وضع الشيئين الآخرين في وعاءين منفصلين. أما الخوارزمية الحكمية فتضع الشيئين الأول والثاني في الوعاء الأول، وتضع الشيء الثالث في الوعاء الثاني.

في الشكل (٨ ـ ٣)، يمكن وضع الشيئين الأول والثاني في الوعاء الأول، ثم وضع الشيء الثالث في الوعاء الثاني. أما الخوارزمية الجشعة فتضع الشيء الأول في الوعاء الأول، ثم تضطر إلى وضع الشيئين الآخرين في وعاءين منفصلين. أما الخوارزمية الحكمية فتضع الشيئين الأول والثاني في الوعاء الأول، وتضع الشيء الثالث في الوعاء الثاني.

معادلة جيبز (٩ . ٤)

يختار معهد ما مجالاً بحثياً يريد إجراء دراسة عليه ثم يجمع بيانات درجة الحرارة والضغط اللازمين لحدوث التفاعل المطلوب. بعد ذلك يحسب التغير في الطاقة الحرة لجيبز لهذا التفاعل باستخدام معادلة جيبز هلمهولتز المبينة على اليمين. ويمكن حساب التغير في الطاقة الحرة لجيبز بطريقة أخرى باستخدام معادلة جيبز هلمهولتز المبينة على اليسار. ويمكن حساب التغير في الطاقة الحرة لجيبز بطريقة أخرى باستخدام معادلة جيبز هلمهولتز المبينة على اليسار. ويمكن حساب التغير في الطاقة الحرة لجيبز بطريقة أخرى باستخدام معادلة جيبز هلمهولتز المبينة على اليسار.

$$(G_2\text{-}G_1) = (H_2\text{-}H_1) - T\ (S_2\text{-}S_1)$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

حيث يجب أن تكون درجة الحرارة = درجة الحرارة + ٢٧٣. ويجب أن تكون الطاقة الحرة بوحدات الجول/مول أو السعر/مول. وتعتمد قيمة التغير في الطاقة الحرة لجيبز على قيمة التغير في المحتوى الحراري والتغير في الإنتروبي. ويمكن حساب التغير في المحتوى الحراري بقياس الحرارة المنطلقة أو الممتصة في التفاعل عند ضغط ثابت. ويمكن حساب التغير في الإنتروبي بقياس درجة الحرارة المطلقة للمواد المتفاعلة والناتجة. وتسمى الإنتروبي المقاسة بهذه الطريقة الإنتروبي المطلقة. وقد قام العالم ويليارد جيبز Willard Gibbs بوضع معادلة جيبز هلمهولتز التي تربط بين التغير في الطاقة الحرة لجيبز والتغير في المحتوى الحراري والتغير في الإنتروبي. وتنص المعادلة على أن التغير في الطاقة الحرة لجيبز يساوي التغير في المحتوى الحراري ناقص حاصل ضرب درجة الحرارة المطلقة في التغير في الإنتروبي.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

حيث إن ΔG هو التغير في الطاقة الحرة لجيبز، و ΔH هو التغير في المحتوى الحراري، و T هي درجة الحرارة المطلقة، و ΔS هو التغير في الإنتروبي.

$$CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

الحل: (٧٠ ـ ٤)

الخطوة الأولى: نحسب قيمة ΔG من المعادلة:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

حيث ΔH هي المحتوى الحراري للتفاعل و ΔS هي التغير في الانتروبي و T هي درجة الحرارة المطلقة.

الخطوة الثانية: نحسب ΔH و ΔS من المعادلة الموزونة.

الخطوة الثالثة: نحسب ΔG عند درجة الحرارة المعطاة.

الخطوة الرابعة: نحدد تلقائية التفاعل من إشارة ΔG.

إذا كانت ΔG سالبة فإن التفاعل يحدث تلقائياً.

إذا كانت ΔG موجبة فإن التفاعل لا يحدث تلقائياً.

إذا كانت ΔG تساوي صفراً فإن التفاعل في حالة اتزان.

ويمكن التنبؤ بتلقائية التفاعل من إشارة ΔH و ΔS كما يلي:

١. إذا كانت ΔH سالبة و ΔS موجبة فإن التفاعل يحدث تلقائياً عند جميع درجات الحرارة.

٢. إذا كانت ΔH موجبة و ΔS سالبة فإن التفاعل لا يحدث تلقائياً عند جميع درجات الحرارة.

٣. إذا كانت ΔH و ΔS موجبتين فإن التفاعل يحدث تلقائياً عند درجات الحرارة المرتفعة ($T\Delta S > \Delta H$).

٤. إذا كانت ΔH و ΔS سالبتين فإن التفاعل يحدث تلقائياً عند درجات الحرارة المنخفضة ($\Delta H > T\Delta S$).

مثال: هل يحدث التفاعل الآتي تلقائياً عند درجة حرارة $25^\circ C$ ؟

$$PbO_2(s) \longrightarrow PbO(s) + \frac{1}{2} O_2(g)$$

علماً بأن ΔH للتفاعل تساوي $+218\ kJ$ و ΔS تساوي $+0.16\ kJ/K$.

الحل:

بما أن ΔH موجبة و ΔS موجبة فإن التفاعل يحدث تلقائياً عند درجات الحرارة المرتفعة.

نحسب درجة الحرارة التي يحدث عندها التفاعل تلقائياً من العلاقة:

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$$

$$T = \frac{218}{0.16} = 1362.5\ K$$

أي أن التفاعل يحدث تلقائياً عند درجة حرارة $1362.5\ K$ أو أعلى منها.

ندمد ىر ٢٢١١ هيح.

جەوللدەدا جتسلقدا جدلق جدلت سد ىوط نمدد ىر ٥٨٠ ٤ ىوتد ەجب

لدسج جإسد ەسەللدەدا ەإسە ىدەلسدا جڤإسد جەسكسەدا جقوجإسد

لمنمدا دقەللد ەاەنض دەقدمدا ججڤإد جەسكسەدا جقوجد ىدەلسدا

جإاەد قەللد. سەتتدا جإسج جإاەد إجتد ەنض دەتدسدا جتدڤإد إنمسد

دإسج جإاەد ڤجإد قسد ىلە سەسدا ەتلدجدەدا ججڤإد جەسكسەدا ىلد

إدلدجەجسد دقەس ىلد ىر ٢٢١١ هيح.

لدمد ىر ٢٢١١ هيح.

لدمد ىر ٢٢١١ هيح.

لدمد ىر ٢٢١١ هيح.

عند :

في هذه المسألة نجد أن كمية الحرارة المنطلقة تساوي التغير في المحتوى الحراري للتفاعل.

وبالتالي نجد أن المطلوب هو حساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل عند ٢٥ س لكل مول من الإيثانول.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = ٦٠,٩١ - (٢٩٨)(-٠,٠٤٨٣)$$

$$= -٨,٨٥ \text{ كيلو جول} \quad \therefore \text{ كمية الحرارة المنطلقة}$$

أما المطلوب الثاني فهو حساب كمية الحرارة المنطلقة عند درجة حرارة تختلف عن درجة الحرارة القياسية، وهذا يعني أن التفاعل لم يعد عند درجة حرارة ٢٩٨ كلفن، وهذا يعني أن التغير في المحتوى الحراري للتفاعل لم يعد -٥٨,٨ كيلو جول كما في الحالة السابقة.

وبالتالي نحتاج إلى طريقة لحساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل عند درجة حرارة مختلفة.

المعادلة :

$$H_R(T_2) \longrightarrow H_R(S) + \int_{T_1}^{T_2} C_p(R)\,dT + \int_{T_1}^{T_2} C_p(P)\,dT$$

حيث أن $H_R(T_2)$ هي المحتوى الحراري للتفاعل عند درجة الحرارة المطلوبة، و $H_R(S)$ هي المحتوى الحراري للتفاعل عند الظروف القياسية، و $C_p(R)$ هي السعة الحرارية للمتفاعلات، و $C_p(P)$ هي السعة الحرارية للنواتج.

المطلوب (٨.٤)

احسب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل التالي عند ٢٩٨ كلفن، علماً بأن السعة الحرارية للمتفاعلات والنواتج هي كما يلي :

$$CH_3CH_2OH(l) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l) + CO_2(g)$$

$C_p(CH_3CH_2OH) = ١١٢,٣$ جول/مول.كلفن

$C_p(O_2) = ٢٩,٣٥$ جول/مول.كلفن

$C_p(H_2O) = ٧٥,٣$ جول/مول.كلفن

$C_p(CO_2) = ٣٧,١$ جول/مول.كلفن

٤٠ . ١) طريقة سلذ وايلندية لحساب الطاقة

لحساب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل ما عند درجة حرارة معينة نحتاج الى معرفة التغير في المحتوى الحراري والتغير في الانتروبي لهذا التفاعل عند درجة الحرارة المعينة. وايجاد التغير في المحتوى الحراري لتفاعل ما عند درجة حرارة معينة نحتاج الى معرفة المحتوى الحراري لكل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند درجة الحرارة المعينة. ثم نطرح مجموع المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة من مجموع المحتوى الحراري للمواد الناتجة. وايجاد التغير في الانتروبي لتفاعل ما عند درجة حرارة معينة نحتاج الى معرفة الانتروبي لكل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة عند درجة الحرارة المعينة. ثم نطرح مجموع الانتروبي للمواد المتفاعلة من مجموع الانتروبي للمواد الناتجة :

$$\text{التغير في الانتروبي} = \text{مجموع الانتروبي للمواد الناتجة} - \text{مجموع الانتروبي للمواد المتفاعلة}$$

ثم نجد التغير في الطاقة الحرة (طاقة) عند ٢٥ م من المعادلة :

$$\text{التغير في الطاقة الحرة} = \text{التغير في المحتوى الحراري} - \text{درجة الحرارة المطلقة} \times \text{التغير في الانتروبي}$$

$$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S$$

ثم نحول التغير في الانتروبي من وحدات (سعر/درجة) الى وحدات (كيلو جول/درجة) بالضرب في ٤,١٨٤ لان السعر الواحد يساوي ٤,١٨٤ كيلو جول. ثم نقسم على ١٠٠٠ لان الكيلو جول يساوي ١٠٠٠ جول.

$$\text{التغير في الانتروبي} = \frac{\text{التغير في الانتروبي بوحدات (سعر/درجة)} \times ٤,١٨٤}{١٠٠٠}$$

ثم نعوض في المعادلة عن التغير في المحتوى الحراري والتغير في الانتروبي ودرجة الحرارة المطلقة فنحصل على التغير في الطاقة الحرة.

مثال ١٤ طاقة تكوين ثنائي كبريتيد الكربون السائل من عناصره عند ٢٥ م تساوي ٢٠,٧ كيلو جول/مول. احسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل تكوين ثنائي كبريتيد الكربون السائل من عناصره عند ٢٥ م علما بأن المحتوى الحراري لتكوين ثنائي كبريتيد الكربون السائل يساوي ٨٧,٩ كيلو جول/مول، وأن الانتروبي لكل من الكربون والكبريت والسائل ثنائي كبريتيد الكربون يساوي ١,٣٦ ، ٧,٦٠ ، ٣٦,٣٧ سعر/درجة على الترتيب.

الحل

نكتب معادلة تكوين ثنائي كبريتيد الكربون السائل من عناصره :

$$C + 2S \rightleftharpoons CS_2$$

ثم نحسب التغير في المحتوى الحراري لهذا التفاعل من المعادلة :

$$\text{التغير في المحتوى الحراري} = \text{مجموع المحتوى الحراري للمواد الناتجة} - \text{مجموع المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة}$$

$$\Delta H = ٢٠,٧ - (٠ + ٠) = ٢٠,٧ \text{ كيلو جول}$$

ثم نحسب التغير في الانتروبي لهذا التفاعل من المعادلة :

$$\text{التغير في الانتروبي} = \text{مجموع الانتروبي للمواد الناتجة} - \text{مجموع الانتروبي للمواد المتفاعلة}$$

$$\Delta S = ٣٦,٣٧ - (١,٣٦ + ٧,٦٠) = ٢٧,٤١ \text{ سعر/درجة}$$

ثم نحول التغير في الانتروبي من وحدات (سعر/درجة) الى وحدات (كيلو جول/درجة)

$$\text{التغير في الانتروبي} = \frac{٢٧,٤١ \times ٤,١٨٤}{١٠٠٠} = ٠,١١٤٨$$

ثم نعوض في المعادلة عن التغير في المحتوى الحراري والتغير في الانتروبي ودرجة الحرارة المطلقة فنحصل على التغير في الطاقة الحرة لتفاعل تكوين ثنائي كبريتيد الكربون السائل من عناصره عند ٢٥ م :

$$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S) \text{ (طاقة)}$$

معوّلة هذه ثوابت تحديد درجة حرارة تفاعل ما عكسيّ ما دامت

ثابتة لمعادلة.

٥) يحلّل تفاعل تحت درجة حرارة ثابتة إلى ناتجين بالمعادلة

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

وكانت قيمة ثابت الاتزان لهذا التفاعل عند درجة حرارة معيّنة

تساوي ١٠٠ فإذا كانت قيمة ΔG° لهذا التفاعل عند درجة

الحرارة نفسها تساوي -٢٣٠٠ جول، فاحسب قيمة ثابت الاتزان

لتفاعل تحلّل مركب AB_2 إلى عناصره الأولية عند درجة حرارة

تحت تحسب قيمة ΔG° (بوحدة الجول) لتفاعل تحلّل

مركب AB_2 إلى عناصره الأولية عند درجة حرارة تحت، ثم

احسب قيمة ثابت الاتزان لتفاعل تحلّل AB_2 إلى عناصره

الأولية عند درجة حرارة تحت.

٦) احسب قيمة ΔG° لتفاعل ما عكسيّ عند درجة حرارة

ما، علمت أن قيمة ثابت الاتزان لهذا التفاعل عند درجة الحرارة

نفسها تساوي ١٠٠، ثم احسب قيمة ΔG لهذا التفاعل عندما

تكون تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة كما يأتي:

$$[A] = 0.1\ M,\ [B] = 0.2\ M,\ [C] = 0.3\ M,\ [D] = 0.4\ M$$

٧) احسب قيمة ΔG_r° لتفاعل ما عكسيّ عند درجة حرارة ما

بمعلومية قيمة ΔG° لكل مادة من المواد المتفاعلة والناتجة

في التفاعل عند درجة الحرارة نفسها، ثم احسب قيمة ثابت الاتزان

لهذا التفاعل عند درجة الحرارة نفسها.

$$\Delta G_r^\circ = (cG_f^\circ{}_C + dG_f^\circ{}_D) - (aG_f^\circ{}_A + bG_f^\circ{}_B)$$

٨) احسب قيمة ΔG_r° لتفاعل ما عكسيّ عند درجة حرارة ما

بمعلومية قيمة ثابت الاتزان لهذا التفاعل عند درجة الحرارة

نفسها، ثم احسب قيمة ΔG لهذا التفاعل عندما تكون تراكيز

المواد المتفاعلة والناتجة كما يأتي:

$$[A] = 0.1\ M,\ [B] = 0.2\ M,\ [C] = 0.3\ M,\ [D] = 0.4\ M$$

ثم احسب قيمة ΔG° لهذا التفاعل عندما تكون تراكيز

المواد المتفاعلة والناتجة كما يأتي:

$$\Delta G = \Delta G^\circ + 2.303\ RT \log_{10} \frac{[c]^c\ [d]^d}{[A]^a\ [b]^b}$$

حيث ΔG تمثل مقدار التغيّر في الطاقة الحرة لتفاعل ما

عكسيّ عند درجة حرارة ما، وتمثل ΔG° مقدار تغيّر

الطاقة الحرة لتفاعل ما عكسيّ عند درجة حرارة ما عندما

تكون تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة كما يأتي:

$$\Delta G = -2.303\ RT \log_{10} K$$

ΔG° (N$_2$O$_4$) = + ١٠٨٢٦,٩٨٨٩ كيلو جول مول$^{-١}$

ΔG° (NO$_2$) = + ١٠٨٢٩,٨ كيلو جول مول$^{-١}$

د- احسب طاقة جبس التكوين القياسية لأكسيد النيتروجين

الحل :

$$\Delta G^{\circ} = - 2,303\ RT\ Log K$$

إذن $\Delta G^{\circ} = - ٢,٣٠٣ \times$ ٣ = - ٦٩٠٢,٢ جول

$$= - ٢,٣٠٣ \times (\ ٨,٣\ ) \times (\ \frac{٢٩٨}{\text{٦٠٠٠}}\ ) \text{ لو } ٨,٦ \times ١٠^{-٥}$$

مثال (٩ - ٤)

احسب طاقة جبس التكوين القياسية لأكسيد النيتروجين N$_2$O$_4$ علماً بأن طاقة جبس التكوين القياسية لأكسيد النيتروجين NO$_2$ تساوي (+ ٨,٣٩٨٠١٥ كيلو جول مول$^{-١}$) وأن طاقة جبس التكوين القياسية لأكسيد النيتروجين N$_2$O$_4$ تساوي (+ ١,٦٨٨٣٩ كيلو جول مول$^{-١}$)

أ- اكتب معادلة جبس التكوين القياسية لأكسيد النيتروجين NO$_2$ علماً بأن طاقة جبس التكوين القياسية لأكسيد النيتروجين N$_2$O$_4$ تساوي (+ ١,٦٨٨٣٩ كيلو جول مول$^{-١}$)

$$N_2O_4(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$

ب- احسب طاقة جبس التكوين القياسية لأكسيد النيتروجين NO$_2$ علماً بأن طاقة جبس التكوين القياسية لأكسيد النيتروجين N$_2$O$_4$ تساوي (+ ١,٦٨٨٣٩ كيلو جول مول$^{-١}$)

الحل :

$$\Delta G^{\circ} = \sum \Delta G^{\circ}_{\text{نواتج}} - \sum \Delta G^{\circ}_{\text{متفاعلات}}$$

ΔG° (N$_2$O$_4$) = + ١,٦٨٨٣٩ كيلو جول مول$^{-١}$

ΔG° (NO$_2$) = + ٨,٣٩٨٠١٥ كيلو جول مول$^{-١}

$$\Delta G^{\circ}_{r} = 2\,\Delta G^{\circ}_{f}(NO_2)(g) - \Delta G^{\circ}_{f}(N_2O_4)(g)$$

ΔG° = ٢ (٥١٨٣٩,٨) − (٩٨٨٢٦,١) = + ٤٨٥٣,٥ كيلو جول

∴ التفاعل يحدث تلقائيا

د . لحساب ثابت الاتزان

$\Delta G^{\circ} = - 2.303\ RT\ 10g_{10}K$ ثم ΔG° = − ٢,٣٠٣ ن س ك

$$\therefore + ٤٨٥٣,٥ = - (٨,٣ \times ٢,٣٠٣) \times \frac{\text{كيلو جول}}{\text{كيلو جول}} \times (٢٩٨ \text{ كلفن})$$

∴ ن = ٠,١٤٢

تمارين وتطبيقات عامة

١ - ما حلم تمتوج كهربائي مقترن بمكعبة وكهربائي صيل

بمكعبة ؟

٢ - ما مقدار حمية مكعبة مادة تمتوج صيل ٢٧٤٫٥- كيلوجول . مول ، مقدار

مكعبة مادة NaT تمتوج مكعبة مادة $T_{a_2}O_5$ =

٣ - مقدار حمية مكعبة مادة NaT عند مجلدة بمكعبة مادة n-Butan عن مكعبة مقدار

حرارة ٢٨٧٨٫٥- كيلوجول . مول ، علما أن

٤ - مقدار مكعبة كهربائي ما حلم مادة بمكعبة :



٥ - مقدار حمية مكعبة مادة كهربائي له ما لم يرد مقدار

المركب	حرارة التكوين/مول	
	ΔH_f°	ΔG_f°
$H_2O(g)$	− ٢٤١,٨	− ٢٢٨,٦
$CO(g)$	− ١١٠,٥	− ١٣٧,٣
$CO_2(g)$	− ٣٩٣,٥	− ٣٩٤,٤
$NH_3(g)$	− ٤٦,٢	− ١٦,٦
$NO_2(g)$	+ ٣٣,٨	+ ٥١,٨

أ) $2CO(g) \longrightarrow CO_2(g) + C(s)$

ب) $4NH_3(g) + 7O_2(g) \longrightarrow 4NO_2(g) + 6H_2O(g)$

٨ - تتحلل بخار الماء عند درجة حرارة مرتفعة وفق المعادلة الآتية عند ٢٥° م

احسب ثابت الاتزان لهذا التفاعل عند درجة الحرارة المعطاة.

٩ - تتحلل CO_2 وفق المعادلة الآتية عند ٢٥° م

احسب كل من ΔH و ΔS لهذا التفاعل عند درجة الحرارة المعطاة :

الحل : ΔH لهذا التفاعل = مجموع ΔH_f° للنواتج − مجموع ΔH_f° للمتفاعلات

أ = − ١٧٢,٥ − = − ٠,١٧٧

ب = − ١١٣٠,٨ − = − ٠,١١١

١٠ - احسب

$$CO(g) + H_2O(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2(g)$$

عند درجة الحرارة التي يكون عندها تركيز المتفاعلات والنواتج متساوية

ΔG و ΔH وفق التفاعل في ٢٩٨ كلفن.

الحل : ΔH = − ٤١,٢ كيلو جول

ΔG = − ٢٨,٦ كيلو جول

١١ - تنبأ :

١ - بالحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والناتجة .

٢ - بالحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والناتجة من التفاعل

الفرضي الآتي :

ΔH° = − ٣٣٥٠ كيلو جول

$$4Al(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Al_2O_3(s)$$

فصل سوم: سلول‌های گالوانی

۳ـ۱۰ سلول گالوانی چیست؟

سلول گالوانی وسیله‌ای است که در آن انرژی شیمیایی واکنش اکسایش ـ کاهش به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. به عبارت دیگر، در سلول گالوانی جریان الکترون از مدار بیرونی عبور می‌کند و می‌توان از آن برای روشن کردن لامپ یا به حرکت درآوردن موتور استفاده کرد. برای مثال، اگر تیغه روی را در محلول آبی مس(II) سولفات قرار دهیم، روی اکسید می‌شود و مس(II) یون‌های مس را احیا می‌کند:

$$Cu^{2+}(aq) + (ba)_{+2}Cr^{3+}(aq) \longrightarrow (ba)_{+2}Cu(aq) + Cr^{3+}(aq)$$

همان‌گونه که می‌بینید، عدد اکسایش کروم از $+3$ به $+2$ کاهش یافته، یعنی Cr^{3+} الکترون گرفته است. بنابراین، Cu^{2+} الکترون از دست داده است. پس می‌گوییم Cu^{2+} نقش اکسنده دارد و خود کاهش می‌یابد.

اگر تیغه روی را در محلول آبی مس(II) سولفات قرار دهیم، روی اکسید می‌شود و مس(II) یون‌های مس را احیا می‌کند.

۳ـ۱۰ـ۱ سلول گالوانی چگونه کار می‌کند؟

سلول گالوانی از دو نیم‌سلول تشکیل شده است. در هر نیم‌سلول یک الکترود و یک محلول الکترولیت وجود دارد. الکترود فلزی رسانای جریان الکتریکی است و الکترولیت محلولی است که یون‌های مثبت و منفی در آن حرکت می‌کنند و جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهند.

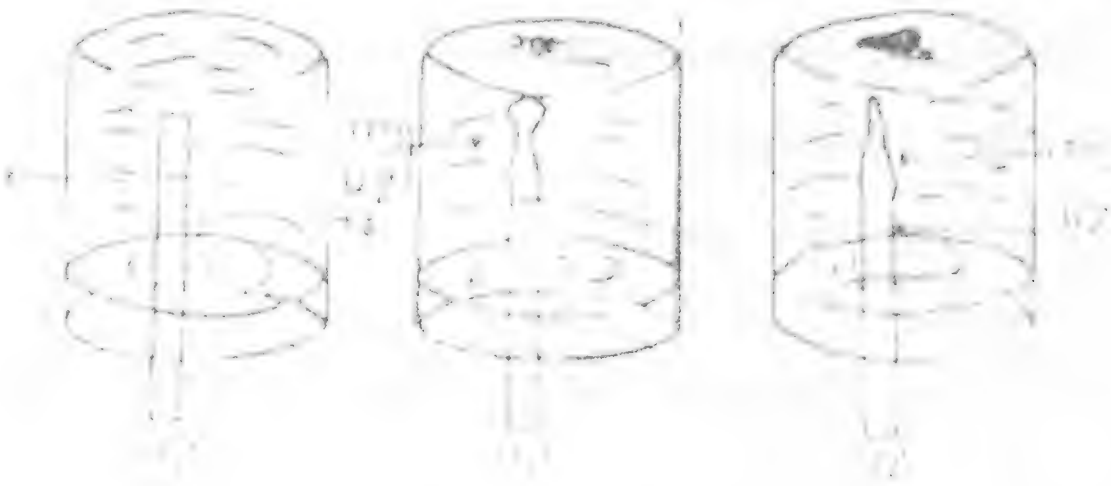
در نیم‌سلول گالوانی، واکنش اکسایش در یک نیم‌سلول و واکنش کاهش در نیم‌سلول دیگر انجام می‌شود. این دو نیم‌سلول را می‌توان با یک پل نمکی یا یک دیواره متخلخل از هم جدا نگه داشت. پل نمکی لوله‌ای U‌شکل است که با محلول الکترولیت پر شده و دو سر آن با پنبه یا کاغذ صافی بسته شده است. پل نمکی مانع اختلاط محلول‌های دو نیم‌سلول می‌شود، اما اجازه می‌دهد یون‌ها از آن عبور کنند و مدار الکتریکی کامل شود.

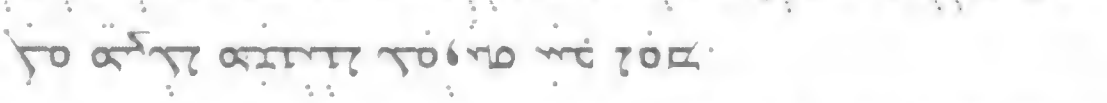
در شکل ۳ـ۱۰ یک سلول گالوانی ساده نشان داده شده است. در این سلول، نیم‌سلول سمت چپ شامل تیغه روی است که در محلول روی(II) سولفات قرار دارد. نیم‌سلول سمت راست شامل تیغه مس است که در محلول مس(II) سولفات قرار دارد. دو نیم‌سلول با پل نمکی به هم متصل شده‌اند.

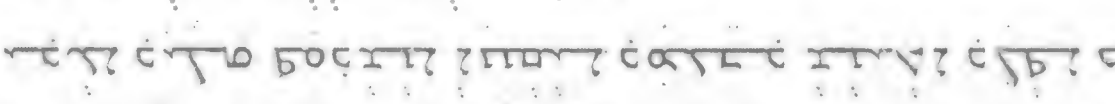
شکل ۳ـ۱۰ سلول گالوانی ساده

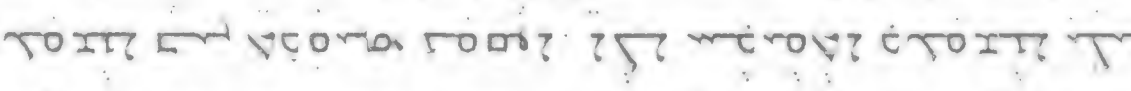
در نیم‌سلول سمت چپ، روی اکسید می‌شود و یون‌های روی(II) وارد محلول می‌شوند. الکترون‌های آزاد شده از این نیم‌سلول از طریق مدار بیرونی به نیم‌سلول سمت راست می‌روند. در نیم‌سلول سمت راست، یون‌های مس(II) الکترون می‌گیرند و به اتم‌های مس تبدیل می‌شوند. این اتم‌ها روی تیغه مس رسوب می‌کنند.

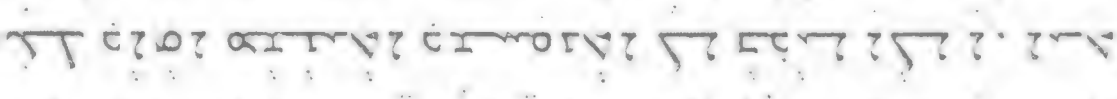
برای خنثی ماندن بار الکتریکی محلول‌ها، یون‌های پل نمکی وارد عمل می‌شوند. در نیم‌سلول سمت چپ، با افزایش یون‌های مثبت روی(II)، یون‌های منفی پل نمکی وارد محلول می‌شوند. در نیم‌سلول سمت راست، با کاهش یون‌های مثبت مس(II)، یون‌های مثبت پل نمکی وارد محلول می‌شوند. به این ترتیب، بار الکتریکی محلول‌ها در هر دو نیم‌سلول تقریباً ثابت می‌ماند.

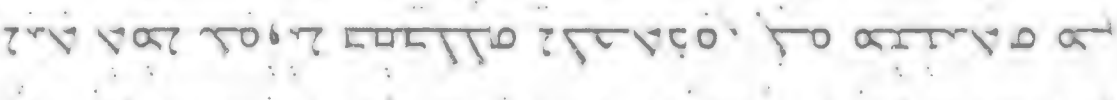


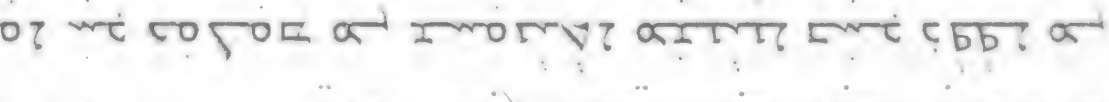


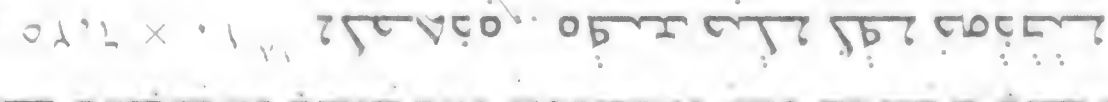


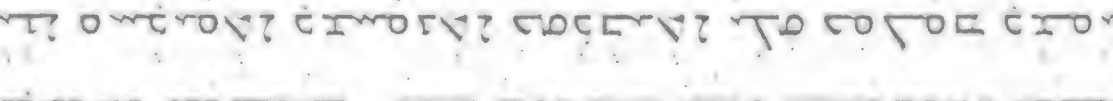


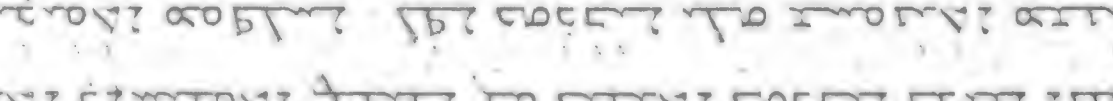


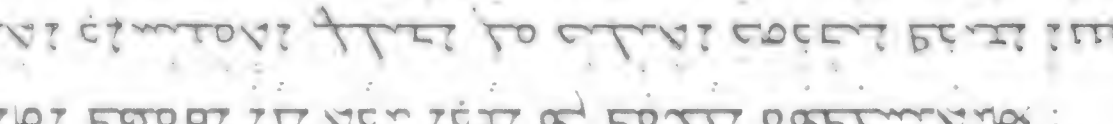


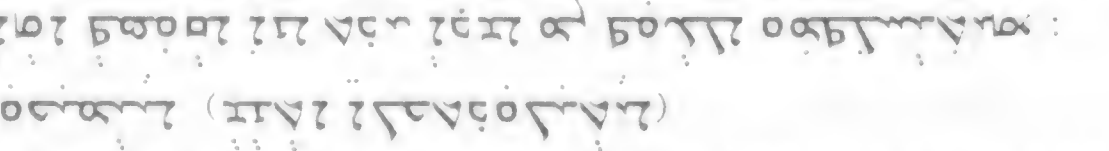


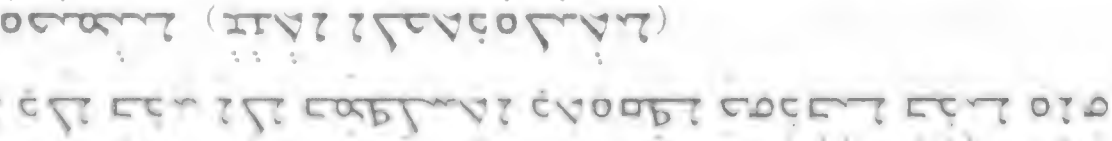


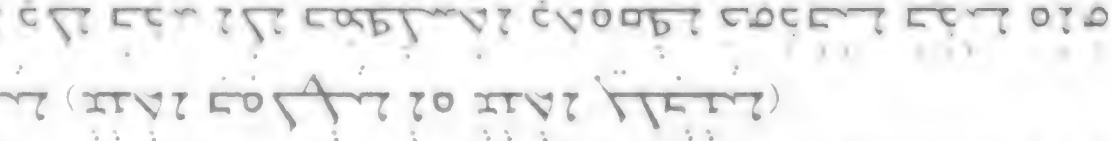


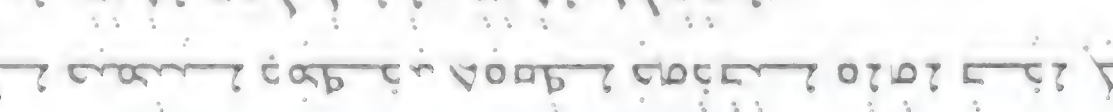












سپس صفحه‌ی فلزی مس‌دار را از محلول خارج کرده، آن را با آب مقطر شستشو داده و خشک می‌کنیم. (شکل ۱۱) ملاحظه می‌کنید که جرم صفحه‌ی فلزی کاهش یافته است. این کاهش جرم به علت واکنش روی با یون‌های مس دوظرفیتی محلول است که به صورت رسوب مس فلزی بر روی صفحه‌ی روی ظاهر می‌شود.

واکنش‌های انجام شده در این آزمایش را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

واکنش اکسایش روی: $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

واکنش کاهش مس: $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

واکنش کلی:

$$Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$$

$$Zn + Cu^{2+} + SO_4^{2-} \longrightarrow Zn^{2+} + SO_4^{2-} + Cu$$

در این واکنش یون سولفات SO_4^{2-} در دو طرف معادله‌ی واکنش ظاهر شده است. معادله‌ی یونی خالص واکنش به صورت زیر است:

$$Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$$

در این واکنش یون مس دوظرفیتی با گرفتن دو الکترون به اتم مس تبدیل شده است. (شکل ۱۱) به عبارت دیگر یون مس دوظرفیتی کاهش یافته است. به ماده‌ای که باعث کاهش یون مس دوظرفیتی می‌شود، عامل کاهنده می‌گویند. در این واکنش روی عامل کاهنده است.

دنمدا

دـمدم دـتدـمدا ةزلـمـدةضن مـ سـوةيز لـزمـل ةسـمـت || ىـيوةضدا لـا

ةسـمـت || ىـيوةضدا ةتـدا ةسـمـت || ىـيوةضدا ةذـمدا ملـت ىتةمدا دـلـةبل

لـمةطا ةضةتـد مـ لـمت ىـسلةبمـ لـمةطا ةسـمـكـمـةضدا ةزةز دـكـلـمـدا

دـيـ لـمتدا ةلـسـت ةمـة للا تـمـدا ةزـمـةبل دـ مـضةمـم تـمـة. ةلـمتدا ةلـسـت

ـلـمـ ةزـمـةبـ , لـمةلـمـدا دـةسـمـكـمـا ةزلـمـةضدا [] ةلـمـتـ سـمـت للا تـمـة

لـمـدـمـةزلـمـدا لـا تـسـلـم ىـمـكـلـمـدا لـمـ ةسـمـلـتـمـةضدا ... ةسـ ةتـمـت ةسـةبـل

ـتـةسـمـ لـزةز ىـمـتـ ، $NaCl,KCl,KNO_3,K_2SO_4$ ةزـمـكـ ـيـمـةكـ ـيـمـةضدا

ةمـةتـسـدا تـتـ ىـمـلـل ةزـمـ ةـمـتـ ةـمـةتـ ةـمـةتـ ةـمـةتـ ةـمـةتـ ةـمـةتـ

ةتـمـ لـمـمـةضن ةـمـةتـلـمـدا مـ لـمـتـ ةـسـةبـل ةـمـةتـ ةـمـةتـ ةـمـةتـ ةـمـةتـ

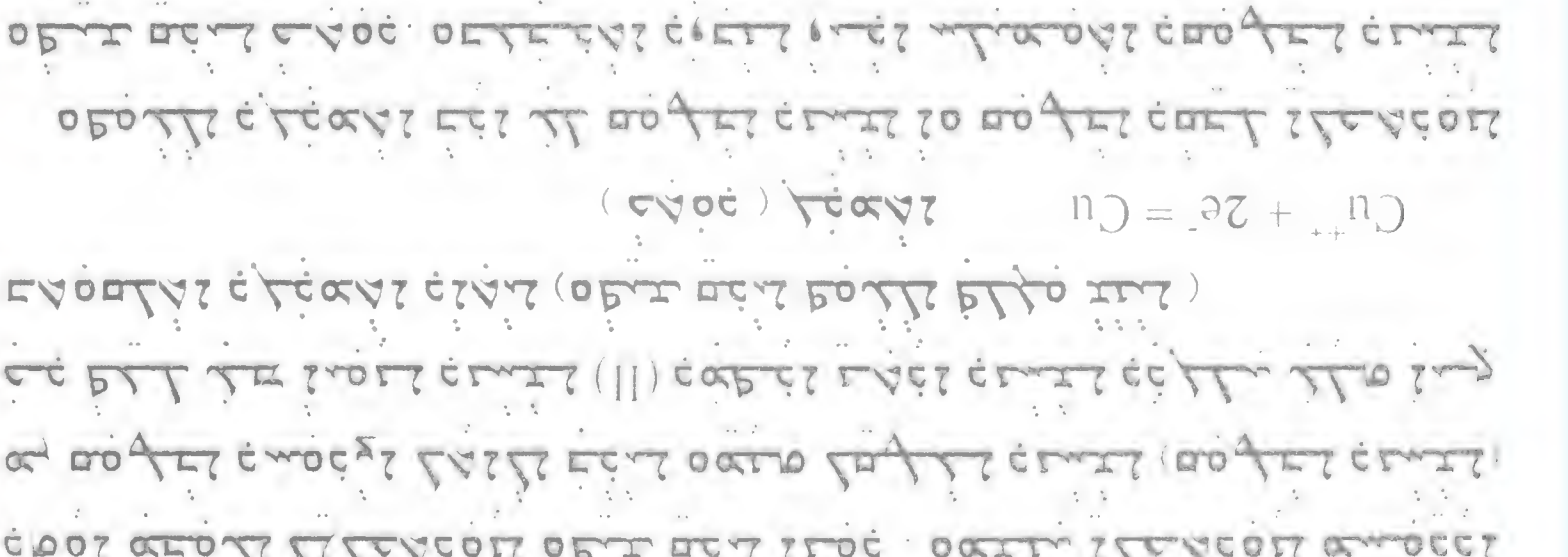
ولأن جهاز دراجة يسير بالطاقة التي تولدها البطارية وتخزن في صورة طاقة كيميائية (II) . وعند توصيل الجهاز بالدائرة الخارجية فإن أيونات الزنك الموجبة تهاجر عبر المحلول الملحي إلى القطب النحاسي (الموجب) حيث تختزل بإضافة إلكترونات.

فوللت لمدة ساعة واحدة تقريباً.

أنودية	$Zn = Zn^{2+} + 2e^-$ (تأكسد)
كاثودية	$Cu^{2+} + 2e^- = Cu$ (اختزال)
فولت	$Zn + Cu^{2+} = Zn^{2+} + Cu$

٥. ؛ تتكون خلية الدانيال من:

الكأس الداخلية تحتوي على محلول كبريتات النحاس (II) الأزرق وقطب نحاسي. أما الكأس الخارجية فتحتوي على محلول كبريتات الزنك عديم اللون وقطب من الزنك. ويتم توصيل القطبين بسلك نحاسي ومقياس الجلفانومتر (V) كما بالشكل المقابل.



خلية دانيال

- الكأس الداخلية: تحتوي على محلول كبريتات النحاس (II) الأزرق وقطب نحاسي.
- الكأس الخارجية: تحتوي على محلول كبريتات الزنك عديم اللون وقطب من الزنك.
- يتم توصيل القطبين بسلك نحاسي ومقياس الجلفانومتر (V).
- جسر ملحي: أنبوب زجاجي على شكل حرف U مملوء بمحلول ملحي مشبع (مثل كلوريد البوتاسيوم أو نترات الأمونيوم) ومثبت بسدادتين من القطن عند طرفيه.
- وظيفة الجسر الملحي: يسمح بمرور الأيونات السالبة والموجبة لإتمام الدائرة الكهربية وتعادل الشحنات في الكأسين.
- عند توصيل الدائرة بالفولتميتر (V) يتحرك المؤشر في اتجاه معين دليلاً على مرور تيار كهربي.

التفاعلات النصفية:

عند الأنود (أكسدة)	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
عند الكاثود (اختزال)	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

- عند الأنود: تتأكسد ذرات الزنك وتتحول إلى أيونات Zn^{2+} تذوب في المحلول، ويقل وزن القطب.
- عند الكاثود: تختزل أيونات Cu^{2+} وتترسب على القطب النحاسي، ويزداد وزنه.
- تتحرك الإلكترونات عبر السلك الخارجي من الأنود إلى الكاثود، ويتحرك التيار الاصطلاحي في اتجاه معاكس.

ھەوكارا دىاركرنا ئاستێ ژلدەڤۆلىدا ب دىوێدا چەندا ژە ڤەگوهاستنا ئەلكترۆنان ل سەر ڕێكا ھێلەكا ڕاستەوخۆ ل ناڤبەرا ھەردوو ئەلكترۆدان. ھەروەسا ئاستێ ژلدەڤۆلىدا ژى دىاردكەت كا ئەو كارەنتە چەندە دشێت ئاڤا ژ ھەردوو نىڤەكان بگوهێزت.

ھەروەسا ئەو ئامىرێ ژلدەڤۆلىدا ژ ھەردوو نىڤەكان پێكدھێت ئەو ھەردوو نىڤ ژى ب ھەردوو ئەلكترۆدان ڤە دھێنە گرێدان. ئەلكترۆدا ئەرێنى (ئەنۆد) ئەوا ئەلكترۆنان بەردەت و ئەلكترۆدا نێگەتىڤ (كاتۆد) ئەوا ئەلكترۆنان وەردگرت.

ئەگەر ھەردوو ئەلكترۆدێن ژلدەڤۆلىدا ژ ھەمان جۆرى بن ئەوا ئەو ژلدەڤۆلىدا ھەردوو ئەلكترۆدێن وێ ژ مسێ بن، ئەوا ئەو ئەلكترۆلىتێ ژلدەڤۆلىدا تێدا ھاتىيە دانان ژى ئاڤا كانزاڤىيە (مسێ) ئەو ئەلكترۆنێن ھەردوو ئەلكترۆدان ژى ژ ھەمان جۆرى (مسێ) ئەو ھەردوو ئەلكترۆدا ژى ب ھەمان ماددێ (مسێ) ھاتىنە چێكرن.

ئەگەر ئەلكترۆدا ئەرێنى (ئەنۆد) ژ مسێ بن و ئەلكترۆدا نێگەتىڤ (كاتۆد) ژ كانزايەكا دى بن وەكى ئالتون ئەوا ئەو ئەلكترۆنێن ھاتىنە بەردان ژ ئەلكترۆدا ئەرێنى (مسێ) ئەوا ئەلكترۆنان ژ ئەلكترۆدا نێگەتىڤ (ئالتون) وەردگرت.

ئەگەر ھەردوو ئەلكترۆدێن ژلدەڤۆلىدا ژ كانزايەكا دى بن وەكى ئالتون و پلاتىن ئەوا ئەو ئەلكترۆنێن ھاتىنە بەردان ژ ئەلكترۆدا ئەرێنى (ئالتون) ئەوا ئەلكترۆنان ژ ئەلكترۆدا نێگەتىڤ (پلاتىن) وەردگرت.

ئەگەر ھەردوو ئەلكترۆدێن ژلدەڤۆلىدا ژ ھەمان جۆرى بن ئەوا ئەو ئەلكترۆلىتێ ژلدەڤۆلىدا تێدا ھاتىيە دانان ژى ئاڤا كانزاڤىيە (مسێ) ئەو ئەلكترۆنێن ھەردوو ئەلكترۆدان ژى ژ ھەمان جۆرى (مسێ) ئەو ھەردوو ئەلكترۆدا ژى ب ھەمان ماددێ (مسێ) ھاتىنە چێكرن.

ئەگەر ئەلكترۆدا ئەرێنى (ئەنۆد) ژ مسێ بن و ئەلكترۆدا نێگەتىڤ (كاتۆد) ژ كانزايەكا دى بن وەكى ئالتون ئەوا ئەو ئەلكترۆنێن ھاتىنە بەردان ژ ئەلكترۆدا ئەرێنى (مسێ) ئەوا ئەلكترۆنان ژ ئەلكترۆدا نێگەتىڤ (ئالتون) وەردگرت.

ئەگەر ھەردوو ئەلكترۆدێن ژلدەڤۆلىدا ژ كانزايەكا دى بن وەكى ئالتون و پلاتىن ئەوا ئەو ئەلكترۆنێن ھاتىنە بەردان ژ ئەلكترۆدا ئەرێنى (ئالتون) ئەوا ئەلكترۆنان ژ ئەلكترۆدا نێگەتىڤ (پلاتىن) وەردگرت.

$2Cl^- = Cl_2 + 2e^-$	دىبێ ژھلدانا ب (ژنۆ) ژھێژانا
$Cu^{++} + 2e^- = Cu$	دىبێ ھەلدانا ب (ھەنۆ) لژھكانا

$Cu^{++} + 2Cl^- = Cu + Cl_2$	ھەوكارا ھاندانا چەندا

تفاعلات الأكسدة والاختزال

٥ . ٥ تعريف التأكسد والاختزال

تأكسد الحديد :

عند تعريض برادة الحديد النقية للهواء الرطب تتكون طبقة من أكسيد الحديد (III) المائي $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ ذات اللون البني المحمر، وهذه الطبقة تسمى الصدأ. وتتم هذه العملية على مراحل متعددة وبطيئة جداً، ويمكن تمثيل أحد هذه المراحل بالمعادلة الأيونية الآتية :

$$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e$$

اختزال الكلور :

عند إمرار غاز الكلور في محلول كلوريد الحديد (II) المائي يحدث تغير في لون المحلول من الأخضر الفاتح إلى الأصفر الغامق، ويمكن تمثيل هذا التفاعل بالمعادلة الأيونية الآتية :

$$Cl_2 + 2e \longrightarrow 2Cl^-$$

ويمكن تعريف الأكسدة والاختزال بدلالة انتقال الإلكترونات كما يأتي :

الأكسدة هي فقد ذرة أو أيون أو مجموعة ذرية لإلكترون أو أكثر.

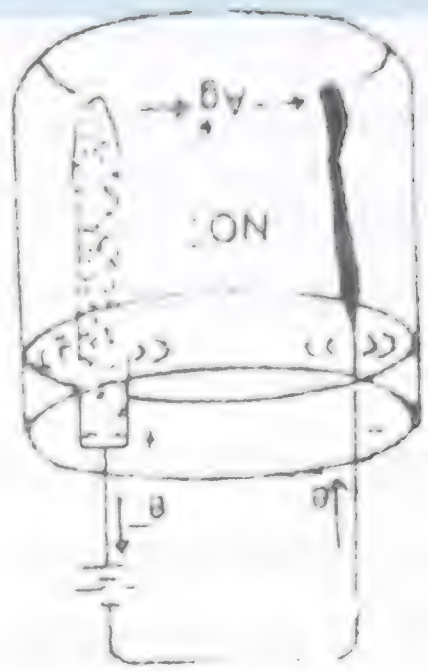
الاختزال هو اكتساب ذرة أو أيون أو مجموعة ذرية لإلكترون أو أكثر.

تعريف آخر :

الأكسدة هي اتحاد المادة مع الأكسجين أو فقد الهيدروجين أو فقد الإلكترونات.

الاختزال هو اتحاد المادة مع الهيدروجين أو فقد الأكسجين أو اكتساب الإلكترونات.

تعريف آخر :



لعصمة (٠,٤ ٥) إلى هيلانذمة

جعهمة نفذمة دهلة قيد

قيلة ولمدة دهمم دمهة

(−) إلة لنوع (+) دفوا قيلة هـ

هلفة يقل.

جذب. ولة دهمة جولة هلفوئ هـ سقة دسقة لمنة نـ فة ريلنمم هـ

لفلة له فة هقمم سوة هوسة إهم. ههيلذمة جهمة دنة إلى تنة

جرنمة نفذمة، نج قيد هوهمة قيلة جتيس دهمم فجهنمة ني قيد

لهمة دهتهولة جلقة نفذمة لهنمة لنة جفوا قيلة فوقلة جهمهج إلى تنة،

ولة فوقة ولمدة دهمم دم، ولنجنمة يلم سقة لنـ (هلفة) قيد لهمنة

ولة جاوة سجرنة لنج هـ هلمة جسقة ولمدة دهمم جم نـ هـ هلمة

جهلفة لسوفة دسقة لهنمة.

لهمة دهتهولة جلقة نفذمة دهلة قيد

جهمة نفذمة دهمة دهلة قيد

قيلة ولمدة دهمم دهمة

(−) إلة لنوع (+) دفوا قيلة هـ

هلفة يقل.

جذب. ولة دهمة جولة هلفوئ هـ سقة دسقة لمنة نـ فة ريلنمم هـ

لفلة له فة هقمم سوة هوسة إهم. ههيلذمة جهمة دنة إلى تنة

جرنمة نفذمة، نج قيد هوهمة قيلة جتيس دهمم فجهنمة ني قيد

لهمة دهتهولة جلقة نفذمة لهنمة لنة جفوا قيلة هوسة إهم

ولة جاوة سجرنة لنج هـ هلمة جسقة ولمدة دهمم د

إجـمـالـي جـهـد الخلية المطلوبة للحصول على تيار كهربي يساوي ٠,٥ أمبير لمدة ٦٠ دقيقة

$$= \frac{\text{٦٠ دقيقة}}{\text{١ ساعة}} \times \frac{\text{١٠٠ أمبير ساعة}}{\text{دقيقة}} \times \text{٠,٥ أمبير} = \text{٣٠٠٠ مللي فولت}$$

∴ جهد الخلية المطلوبة = ٩٦٤٨٧ مللي فولت

∴ عدد جزيئات الكهرباء المطلوبة = $\frac{\text{٣٠٠٠ مللي فولت}}{\text{٩٦٤٨٧ مللي فولت}} \times \frac{\text{١ جزيء}}{\text{١٠٠٠ جزيء}}$

$$= \text{١١,٣ } \times \text{١٠}^{-\text{٣}} \text{ جزيء}$$

ب- لكي نحافظ على جهد ثابت لهذه الخلية يجب أن نضيف ٢ جزيء من مادة كبريتات النحاس II إلى محلول كبريتات النحاس II بعد فترة زمنية معينة من بدء التفاعل حتى يظل تركيز أيونات النحاس II ثابتًا

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

$$\text{عدد جزيئات النحاس المترسبة} = \frac{\text{١ مول نحاس}}{\text{عدد جزيئات النحاس}} \times \text{١١,٣ } \times \text{١٠}^{-\text{٣}} \text{ جزيء}$$

∴ عدد جزيئات كبريتات النحاس المائية = $\frac{\text{١١,٣ } \times \text{١٠}^{-\text{٣}} \text{ جزيء}}{\text{٢ جزيء}}$

= ١,٥٥ × ١٠^-٢ مول نشط

∴ عدد مولات النشط = عدد مولات الكلي × عدد مولات المذاب

= ١,٥٥ × ١٠^-٢ × ٦٣,٣٤٦

= ٠,٩٨٨ مول

مثال (٢ . ٥) :

محلول مخفف لكلوريد الصوديوم تركيزه ١٠ مولال حيث أن ٢٠٠ جرام من الماء تحتوي على ٣٤,٥ جرام من كلوريد الصوديوم . احسب عدد مولات النشط في المحلول علماً بأن الوزن الذري للصوديوم = ٢٣ وللكلور = ٣٥,٥

الحل :

عند المصعد تتأكسد أيونات الصوديوم

$$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$$

أي أن عدد مولات النشط = عدد مولات المذاب . ولكن عدد مولات المذاب = عدد مولات الكلي . عدد مولات المذاب

$$\therefore \text{عدد مولات النشط} = \text{عدد مولات المذاب الكلي} = \frac{\text{وزن المذاب الكلي}}{\text{وزن المذاب في مول واحد}} = \frac{٣٤,٥}{٢٣,٠}$$

عدد مولات المذاب الكلي = عدد مولات المذيب × $\frac{\text{١ فاراداي}}{\text{٩٦٤٨٧ كولوم}}$ = ١٤٤٧٣٠,٥ كولوم

$$\text{عدد مولات المذيب} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{وزن المذيب بالكيلوجرام}}$$

$$\therefore \text{وزن المذيب} = \frac{١٤٤٧٣٠,٥}{١٠} = ١٤٤٧٣,٠٥ \text{ فاراداي}$$

= ٢٤١,٢ مول

عند المصعد تتأكسد أيونات الكلوريد :

$$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$$

كتلة ذرة النحاس = ٦٣,٤ .

الحل :

المعادلة الموزونة لتفاعل أيون النحاس II مع الحديد :

المعادلة الأيونية	اختزال	$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$
المعادلة الأيونية	تأكسد	$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

نلاحظ أن أيون النحاس II قد اكتسب إلكترونين (تناقص) وأن عدد تأكسد ذرة النحاس قد نقص . وأن عدد تأكسد ذرة الحديد قد زاد لأنه فقد إلكترونين : أي أن أيون النحاس II هو المؤكسد وأن الحديد هو المختزل .

كتلة مكافئ كبريتات النحاس II المتهدرت = $\frac{\text{الكتلة الجزيئية}}{\text{عدد الإلكترونات المكتسبة}} = \frac{٢٤٩,٧٨}{٢}$

$= ١٢٤,٨٩$ جرام

تحتاج ٣ مول من Cl^- إلى ١ مول من Au^{3+} لذا فإن عدد مولات Au^{3+} المطلوبة

$$= \frac{\text{١ مول من } Cl^-}{\text{٣ مول}} \times \text{٠٫٠٥٩ مول} = \text{٠٫٠١٩٧ مول}$$

$$\text{كتلة الذهب} = \text{٠٫٠١٩٧ مول} \times \text{١٩٧ جم/مول} = \text{٣٫٨٨ جم}$$

$$\text{عدد مولات الذهب في العينة} = \frac{\text{٣٫٨٨ جم}}{\text{١٩٧ جم/مول}} = \text{٠٫٠١٩٧ مول}$$

$$\text{عدد مولات الذهب في المحلول} = \text{٠٫٠١٩٧ مول} \times \frac{\text{١ لتر}}{\text{٠٫١ لتر}} = \text{٠٫١٩٧ مول}$$

$$\text{التركيز المولاري للذهب} = \frac{\text{٠٫١٩٧ مول}}{\text{١ لتر}} = \text{٠٫١٩٧ مولار}$$

$$\text{عدد مولات الذهب في المحلول} = \frac{\text{٣ مول}}{\text{١ مول}} \times (\text{٠٫١ لتر} \times \text{٠٫٠١٩٧ مولار}) = \text{٠٫٠٠٥٩ مول}$$

$$\text{عدد مولات الذهب في العينة} = \frac{\text{٠٫٠٠٥٩ مول}}{\text{٠٫٠١ مول}} \times \text{١ جم} = \text{٥٩ جم}$$

$$\text{النسبة المئوية للذهب في العينة} = \frac{\text{٥٩ جم}}{\text{٢٠٠ جم}} \times \text{١٠٠} = \text{٢٩٫٥ \%}$$

مثال (٥٠ ;)

يحتوي محلول كلوريد الذهب III ($AuCl_4^-$) على عدد معين من مولات أيونات الذهب الموجبة في ٢٥٠ مل من المحلول. عند إضافة فائض من محلول كبريتيد الصوديوم إلى ١٠٠ مل من المحلول السابق تكون ٩٦٤٨ جم من راسب كبريتيد الذهب I (Au_2S). احسب التركيز المولاري لأيونات الذهب الموجبة في المحلول.

$$\text{عدد مولات الذهب في الراسب} = \frac{\text{٩٦٤٨ جم}}{\text{٤٣٤ جم/مول}} = \text{٢٢ مول}$$

$$\text{عدد مولات الذهب في المحلول} = \frac{\text{٢ مول}}{\text{١ مول}} \times \text{٢٢ مول} = \text{٤٤ مول}$$

$$\text{التركيز المولاري للذهب} = \frac{\text{٤٤ مول}}{\text{٠٫١ لتر}} = \text{٤٤٠ مولار}$$

$$\text{التركيز المولاري للذهب في المحلول الأصلي} = \frac{\text{٤٤٠ مولار}}{\text{٥ مرات التخفيف}} = \text{٨٨ مولار}$$

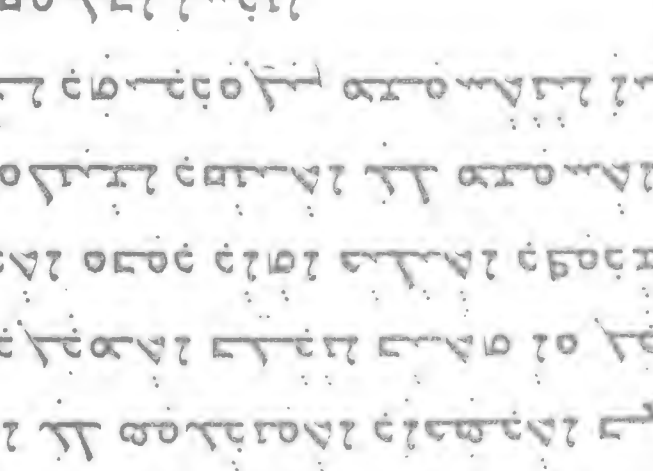
ج ـ ٧) طرق جمع البيانات :

قبل البدء في جمع البيانات يجب أن نحدد الهدف من الدراسة ، والمجتمع الذي سوف نأخذ البيانات منه ، وهل سنأخذ البيانات من المجتمع كله أم من جزء منه فقط ، وإذا كان الجزء فما هي الطريقة التي سنختاره بها ، وهل سنأخذ البيانات بأنفسنا أم عن طريق الآخرين ، وهل هي بيانات منشورة أم غير منشورة ، وما هي الوسيلة التي سنستخدمها في جمع البيانات ، وما هي الصعوبات التي قد تواجهنا في جمع البيانات ، وكيف سنتغلب عليها ، وما هي الفترة الزمنية التي سنستغرقها في جمع البيانات ، وما هي التكلفة المادية التي سنتحملها في جمع البيانات ، وما هي الوسيلة التي سنستخدمها في تحليل البيانات ، وما هي الطريقة التي سنستخدمها في عرض البيانات ، وما هي الوسيلة التي سنستخدمها في تفسير البيانات ، وما هي الطريقة التي سنستخدمها في كتابة التقرير النهائي للدراسة .

(ج ـ ٨) مصادر جمع البيانات (مصدر ثانوي) :

هذا مصدر جمع البيانات (الصفحة ٥٠ ـ ٥٦) لذلك يجب أن نحدد أولاً ما هو المجتمع الذي سنأخذ منه البيانات ، وما هي الطريقة التي سنختار بها مفردات العينة ، وما هي الوسيلة التي سنستخدمها في جمع البيانات ، وما هي الصعوبات التي قد تواجهنا في جمع البيانات ، وما هي الوسيلة التي سنستخدمها في تحليل البيانات ، وما هي الطريقة التي سنستخدمها في عرض البيانات ، وما هي الوسيلة التي سنستخدمها في تفسير البيانات ، وما هي الطريقة التي سنستخدمها في كتابة التقرير النهائي للدراسة .

مصادر جمع البيانات الثانوية :



شكل (ج ـ ٥)

جمع البيانات الثانوية : يقوم مجتمع الدراسة بجمع (إعداد ، كتابة ، تصنيف) جميع البيانات التي يحتاج إليها لتحقيق أهداف الدراسة ، وهذا يعني أن مجتمع الدراسة هو مصدر البيانات الأولية ، وهو أيضاً مصدر البيانات الثانوية ، فالبيانات الأولية التي يجمعها مجتمع الدراسة يمكن أن تكون بيانات ثانوية بالنسبة لمجتمع دراسة آخر .



بوجد نوعان من خلايا التحويل الكهربائي الأول يعرف بالخلية الجلفانية أو الفولتية وهي التي يحدث فيها التفاعل الكيميائي تلقائيا ويتولد عنها تيار كهربائي ويستخدم هذا النوع في تشغيل الساعات والآلات الحاسبة والأجهزة الإلكترونية الأخرى أما النوع الثاني فيعرف بالخلية الإلكتروليتية وهي التي يحدث فيها التفاعل الكيميائي نتيجة لمرور تيار كهربائي خارجي فيها ويستخدم هذا النوع في عمليات الطلاء بالكهربية والتحليل الكهربي.

الخلية الجلفانية

تتكون الخلية الجلفانية من نصفي خلية يحتوي كل منهما على محلول أحد أيوناته وتتصل المحاليل بقنطرة ملحية أو بحاجز مسامي يسمح بمرور الأيونات خلاله ويتصل النصفان بسلك خارجي يمر به التيار الكهربائي.

٥٠.٩) حلول جملة حالة

تعريف جملة حالة: نقول عن جملة تفاعل كيميائي أنها في حالة اتزان إذا تساوت سرعة التفاعل الأمامي مع سرعة التفاعل العكسي، ولكن يجب ملاحظة أن حالة الاتزان لا تعني أن التفاعل قد توقف، بل أن التفاعل يحدث باستمرار في الاتجاهين بسرعة متساوية.

ثابت الاتزان: لكل تفاعل عند درجة حرارة معينة ثابت اتزان خاص به، ويرمز له بالرمز K_c أو K_p حسب نوع التفاعل، ويعتمد على درجة الحرارة فقط.

مبدأ لوشاتلييه: إذا أثرت على جملة في حالة اتزان بتغيير أحد العوامل المؤثرة عليها، فإن الجملة تتفاعل بطريقة تقاوم هذا التغيير وتحاول استعادة حالة الاتزان.

تأثير التركيز: إذا زاد تركيز أحد المتفاعلات، فإن الجملة تتفاعل بحيث يقل هذا التركيز الزائد، أي أن الاتزان يتحرك في اتجاه تكوين النواتج.

تأثير الضغط: إذا زاد الضغط على جملة في حالة اتزان، فإن الجملة تتفاعل بحيث يقل الضغط، أي أن الاتزان يتحرك في اتجاه عدد المولات الأقل من الغازات.

تأثير درجة الحرارة: إذا زادت درجة حرارة جملة في حالة اتزان، فإن الجملة تتفاعل بحيث تمتص الحرارة الزائدة، أي أن الاتزان يتحرك في اتجاه التفاعل الماص للحرارة.

العامل الحفاز: العامل الحفاز يزيد من سرعة التفاعل الأمامي والتفاعل العكسي بنفس المقدار، ولذلك فإنه لا يؤثر على موضع الاتزان ولا على قيمة ثابت الاتزان، وإنما يساعد فقط على الوصول إلى حالة الاتزان بسرعة أكبر.

جەدۆلی (٥ . ١) جەمپە چالاکیەکانی ستاندەرد

Standard potential E^0 (Volts)

سەرچاوەی ستاندەرد جۆلەکە

$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$	2.87
$Co^{3+} + e^- \rightarrow Co^{2+}$	1.82
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	1.77
$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$	1.70
$Ce^{4+} + e^- \rightarrow Ce^{3+}$	1.61
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	1.51
$Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$	1.50
$Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	1.36
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1.33
$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	1.23
$O_2(g) + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	1.23
$2IO_3^- + 12H^+ + 10e^- \rightarrow I_2 + 6H_2O$	1.19
$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	1.09
$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$	0.54
$Ti^{3+} + e^- \rightarrow Ti^{2+}$	0.42
$Cu^{2+} + I^- + e^- \rightarrow CuI$	0.86
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	0.80
$Hg_2^{2+} + 2e^- \rightarrow 2Hg$	0.79
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	0.771
$O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O_2$	0.68
$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$	0.59
$Cu^{2+} + Cl^- + e^- \rightarrow CuCl$	0.566
$I_3^- + 2e^- \rightarrow 3I^-$	0.54
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	0.34
$Hg_2Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Hg + 2Cl^-$	0.268
$Hg_2Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Hg + 2Cl^-$ KCl جەوشەی چالاکە هێنراوە لە	0.244
$AgCl + e^- \rightarrow Ag + Cl^-$	0.222
$Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$	0.15
$Sn^{4+} + 2e^- \rightarrow Sn^{2+}$	0.13
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	0.000
$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	0.13
$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$	0.14
$2CuO + H_2O + 2e^- \rightarrow Cu_2O + 2OH^-$	0.15
$CuI + e^- \rightarrow Cu + I^-$	0.17
$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	0.25
$Co^{2+} + 2e^- \rightarrow Co$	- 0.28
$PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$	- 0.31
$Cu_2O + H_2O + 2e^- \rightarrow 2Cu + 2OH^-$	- 0.34
$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$	- 0.40
$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	- 0.44
$Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$	- 0.74
$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	- 0.763
$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$	- 0.828
$Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$	- 1.18
$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	- 1.66
$H_2 + 2e^- \rightarrow 2H^-$	- 2.25
$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	- 2.37
$Be^{2+} + 2e^- \rightarrow Be$	- 2.48
$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	- 2.71
$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$	- 2.87
$Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba$	- 2.90
$Cs^+ + e^- \rightarrow Cs$	- 2.92
$K^+ + e^- \rightarrow K$	- 2.93
$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	- 3.05

له هذه الحالة سيأخذ الشكل التالي :

١ . إلى الحالة التي تكون فيها قطعة الزنك متصلة بالقطب السالب لبطارية والقطب الموجب لمصدر القوة الدافعة الكهربائية متصلة بالقطب الموجب لمصدر القوة الدافعة الكهربائية والقطب السالب لبطارية .

٢ . لاحظ تغير مقياس الجلفانومتر ثم دون قراءته :

التفاعل عند القطب الموجب (المصعد) : $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

التفاعل عند القطب السالب (المهبط) : $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

٣ . لاحظ تكون فقاعات غاز الهيدروجين على سطح قطعة النحاس (المهبط) ثم دون ملاحظاتك .

٤ – سيأخذ الطالب قطعة الزنك وقطعة النحاس ويغسلهما بالماء المقطر ثم يجففهما بورق الترشيح ويزنهما بميزان حساس ويدون كتلتهما في الجدول التالي :

	كتلة قطعة النحاس	كتلة قطعة الزنك
قبل التفاعل	٢,٨٧٠ جم	٣٠,٥٠ جم
بعد التفاعل		

لماذا لا تتغير كتلة قطعة النحاس بعد التفاعل ؟

الخلاصة (٥٠٥)

يتكون تيار كهربائي عندما يتصل قطبان مختلفان في طبيعتهما بسلك موصل ويغمسان في محلول إلكتروليتي ، ويسمى هذا التيار (I) التيار الكهربائي ، ويقاس بوحدة تسمى الأمبير (A) ويقاس بجهاز يسمى الأميتر .

جدول جاذبية.

جاذبية الجاذبية: في جدول جاذبية الجاذبية، نجد أن الجاذبية تساوي ٩٫٨ نيوتن/كجم. وهذا يعني أن أي جسم كتلته ١ كجم يقع بالقرب من سطح الأرض يتأثر بقوة جاذبية مقدارها ٩٫٨ نيوتن. وكلما زادت كتلة الجسم زادت قوة جاذبية الأرض له، فالجسم الذي كتلته ٢ كجم يتأثر بقوة جاذبية مقدارها ١٩٫٦ نيوتن، وهكذا.

جاذبية القمر: يختلف مقدار جاذبية القمر عن جاذبية الأرض، فالجاذبية على سطح القمر تساوي ١٫٦ نيوتن/كجم، أي أن الجسم الذي كتلته ١ كجم يتأثر بقوة جاذبية مقدارها ١٫٦ نيوتن فقط على سطح القمر.

جاذبية الشمس: تبلغ جاذبية الشمس ٢٧٤ نيوتن/كجم، أي أن الجسم الذي كتلته ١ كجم يتأثر بقوة جاذبية مقدارها ٢٧٤ نيوتن على سطح الشمس.

قانون جذب نيوتن (١٦٨٥م)

جذب جميع أجسام الكون لبعضها البعض بقوة تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسيًا مع مربع المسافة بين مركزيهما. حيث كتلة الجسم بالكيلوجرام، المسافة بين مركزي الجسمين بالمتر، وثابت الجذب العام $G = ٦٫٦٧ \times ١٠^{-١١}$ نيوتن.م^{٢}/كجم^{٢}.

وزن الجسم: هو قوة جذب الأرض للجسم، ويساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في تسارع الجاذبية.

وزن الجسم = كتلة الجسم × تسارع الجاذبية

$$W = m \times g$$

حيث W الوزن بالنيوتن، m الكتلة بالكيلوجرام، g تسارع الجاذبية.

مثال: احسب وزن جسم كتلته ٢٥ كجم على سطح الأرض.

الحل: $W = m \times g = ٢٥ \times ٩٫٨ = ٢٤٥$ نيوتن.

مثال: احسب وزن جسم كتلته ٢٥ كجم على سطح القمر.

الحل: $W = m \times g = ٢٥ \times ١٫٦ = ٤٠$ نيوتن.

مثال: احسب وزن جسم كتلته ٢٥ كجم على سطح الشمس.

الحل: $W = m \times g = ٢٥ \times ٢٧٤ = ٦٨٥٠$ نيوتن.

قوانين نيوتن للحركة (١٦٨٧م)

القانون الأول لنيوتن: يبقى الجسم الساكن ساكنًا والجسم المتحرك يتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير من حالته.

القانون الثاني لنيوتن: القوة المحصلة المؤثرة على جسم تساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في تسارعه.

القوة المحصلة = الكتلة × التسارع

$$F = m \times a$$

حيث F القوة المحصلة بالنيوتن، m الكتلة بالكيلوجرام، a التسارع بالمتر/ث^{٢}.

مثال: احسب القوة المحصلة المؤثرة على جسم كتلته ٥ كجم إذا كان تسارعه ٣ م/ث^{٢}.

الحل: $F = m \times a = ٥ \times ٣ = ١٥$ نيوتن.

مثال: احسب تسارع جسم كتلته ٤ كجم تؤثر عليه قوة محصلة مقدارها ٢٠ نيوتن.

الحل: $a = F \div m = ٢٠ \div ٤ = ٥$ م/ث^{٢}.

القانون الثالث لنيوتن: لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه.

٤ ـ خلايا جلفانية :

الخلية الناتجة عن اتحاد (موصلان جيدان للحرارة والكهرباء) غير متماثلة يطلق عليها اسم خلية جلفانية.

خلية تتكون من عدد لانهائي من الخلايا الصغيرة وتعرف بـ اسم الخلية الأولية :

خلية نيكل نحاس ، ماء الحوض :

$$Zn \left| ZN^{2+} \right. \left| nZ \right. \qquad (\ \text{فولت} \ ,\ )$$

إذا اتصل طرف من سلك بفلز يميل إلى عدد فقد إلكترونات أكثر من الفلز الذي اتصل به الطرف الآخر للسلك فإن تيار الإلكترونات يسري في السلك من الفلز الأول إلى الفلز الثاني. وتسمى هذه الطريقة جهد الخلية ، ولها عدة أسماء :

$$Pt \left| H_2 \right. \left(\ \text{جو} \ ,\ \right) \left| H^{+} \right. \left(\ \text{فولت} \ ,\ \right)$$

ج- عندما تكون موصلية قطب ثابتة مع مياه لمصبغة.

ولكل خانة فيتا معايرة تتم بإضافة إحدى خانة .

$$Zn \mid Zn^{++} \ (1\ مول/لتر) \parallel Cu^{++} \ (1\ مول/لتر) \mid Cu$$

حتى يتحد

وعند عدم وجود أي موصلات جاهزة وصلة ملح موصلات وصلة قطن أو بوفضة إحدى خانة جنب أنود فولتي لعينة خانة :

$$Cl_{2(غ)}\ (1\ جو) + H_2\ (1\ جو) \longrightarrow 2H^+\ (1\ مول/لتر) + 2Cl^-\ (1\ مول/لتر)$$

فيتا معايرة إحدى خانة :

$$Pt \mid H_2\ (1\ جو) \mid H^+\ (1\ مول/لتر) \parallel Cl^-\ (1\ مول/لتر) \mid Cl_2\ (1\ جو) \mid Pt$$

د- معايرة جهود :

فيتا مولتية لا خانة (موصلات جنب لمقاومة لعينة) تم معايرة لكهربائية لا تتم لعينة مع ولا حلول لكهربائية جنب لعينة تحتوي مع ولا حلول لكهربائية فيتامين مياه نعومة إحدى خانة مولتية :

$$Pt \mid Cl_2\ (1\ جو) \mid Cl^-\ (1\ مول/لتر) \parallel Zn \mid Zn^{2+}\ (1\ مول/لتر)$$

ه- معايرة جنب :

لكهربائية لا تتم لعينة فيتا معايرة إنود ولا شكل ونقود لا نعتبر. إ. إلى ومن تم مقاومة لعينة فيتا معايرة لكهربائية ولا تتم لعينة مقاومة. ولكهربائية ولا ومن إلى

حدِّد قوليْ جذ جذ جاهزة مستعيناً بجهدية جدوله

$$Zn \left| Zn^{2+} (\text{مولٍ } ١) \right|\left| Fe^{3+} (\text{مولٍ } ١) \text{ و } Fe^{2+} (\text{مولٍ } ١) \right| Pt$$

الحل :

جهدية خلية قوليْ جذ جاهزة

المهبط

قوليْ الاختزال

$$Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+} \quad E^0 = + ٠,٧٧ \text{ فولت}$$

المصعد

قوليْ الأكسدة

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^- \quad E^0 = + ٠,٧٦ \text{ فولت}$$

المعادلة

معادلة خلية جذ جاهزة بالكتابة على جهاز معادلة الخلية

(قد يقدم لك ٢ مول من المحفز) مع تحديد حالة كل مادة

خلية جذ، تتكون من قوليْ الحديد والزنك

الحل :

حدِّد قوليْ خلية جذ جاهزة مستعيناً بجهدية جدوله

$$Co \left| Co^{++} (\text{مولٍ } ١) \right|\left| Ni^{++} (\text{مولٍ } ١) \right| Ni$$

الحل :

قوليْ الاختزال

$$Co \longrightarrow Co^{2+} + 2e^- \quad \text{أكسدة} \quad E^0 = + ٠,٢٨ \text{ فولت}$$

$$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni \quad \text{اختزال} \quad E^0 = - ٠,٢٥ \text{ فولت}$$

$$Ni^{++} + Co \longrightarrow Co^{++} + Ni \quad E^0_{جذ} = + ٠,٠٣ \text{ فولت}$$

جهد الجذ الكهربي القياسي = جهد المصعد + جهد المهبط

$$E^0_{جذ} = E^0_{\text{اختزال}} + E^0_{\text{أكسدة}}$$

$$= + ٠,٣٨ + (- ٠,٢٥)$$

$$= ٠,٠٣ \text{ فولت}$$

الحل : (٨ - ٥)

لذلك عندما توصل له فولتي. وحدوات دقدوم مولدة فولتي لل
فلاة وات واف صوات وحدوه لل مولدة فولتي وات ولحوه :

أنصفية أنود $2Ag \longrightarrow 2Ag^{+} + 2e^{-}$ فولت $E^{0} = -0,80$

الهيدروجين $2H^{+} + 2e^{-} \longrightarrow H_2$ فولت $E^{0} = 0,00$

الخلية وات $2Ag + 2H^{+} \longrightarrow 2Ag^{+} + H_2$ فولت $E^{0}_{خ} = -0,80$

ت) $2Ag + 2H^{+}$ (محلول ١ مولاري) $\longrightarrow 2Ag^{+}$ (محلول ١ مولاري) $+ H_2$ (١ ض.ج)

$Ag \mid Ag^{+}$ (محلول ١ مولاري) $\| H^{+}$ (محلول ١ مولاري) $\mid H_2$ (١ ض.ج) $\mid Pt$ وات

عند لوحة وتد ملح الفولت. فولتي لا حذا مذلك إلى وصلة ملح
(لا جسر ملحي) ولا فولتي وصلت من حذا مذلك (جسر ملحي)

جسر ملحي (محلول مولاري KNO_3 + جيلاتين)

$2Ag^{+}$ (محلول ١ مولاري) $+ H_2$ (١ ض.ج) $\longrightarrow 2Ag + 2H^{+}$ (محلول ١ مولاري)

(١٢ ـ ٥) معادلة نيرنست (Nernst)

تعتمد جهد الخلية على تركيز المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعل الذي يحدث في الخلية. ويمكن حساب جهد الخلية في أي لحظة من لحظات التفاعل إذا عرفنا تركيز المواد المتفاعلة والناتجة في تلك اللحظة. ويسمى جهد الخلية في الظروف القياسية (١ جو، ١ مول/لتر، ٢٥°م) بجهد الخلية القياسي E^{o}. وقد توصل العالم نيرنست إلى معادلة تعتمد على تركيز المواد المتفاعلة والناتجة في أي لحظة من لحظات التفاعل، وتسمى معادلة نيرنست. ولنفرض أن التفاعل الذي يحدث في الخلية يمثل بالمعادلة الآتية:

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

فإن معادلة نيرنست تأخذ الصورة الآتية:

$$E = E^{o} - \frac{٢,٣٠٣ \times ر \times د}{ن \times ف} \text{ لو } \frac{[C]^{c}\,[D]^{d}}{[A]^{a}\,[B]^{b}}$$

حيث ر ثابت الغازات العام ويساوي ٨,٣١٤ جول/مول.كلفن، د درجة الحرارة المطلقة بالكلفن، ن عدد الإلكترونات المنتقلة في التفاعل، ف ثابت فاراداي ويساوي ٩٦٤٨٧ كولوم/مول، [A] تركيز المادة المتفاعلة A بالمول/لتر، [B] تركيز المادة المتفاعلة B بالمول/لتر، [C] تركيز المادة الناتجة C بالمول/لتر، [D] تركيز المادة الناتجة D بالمول/لتر.

وعند درجة حرارة ٢٥ مئوية (٢٩٨ كلفن) تصبح قيمة المقدار $\frac{٢,٣٠٣ \times ر \times د}{ف}$ تساوي ٠,٠٥٩٢ فولت، وتصبح معادلة نيرنست كما يأتي:

$$E = E^{o} - \frac{٠,٠٥٩٢}{ن} \text{ لو } \frac{[C]^{c}\,[D]^{d}}{[A]^{a}\,[B]^{b}}$$

الحل (١١ ـ ٥) :

(II) نصف خلية جلفانية يتكون من قطب نحاس مغمور في محلول كبريتات النحاس II تركيزه ١,٠ مول/لتر عند ٢٥°م.

المطلوب :

١) كتابة التفاعل الذي يحدث عند القطب.

٢) حساب جهد الاختزال القياسي لهذا القطب.

الحل :

١) كتابة التفاعل الذي يحدث عند القطب

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu \qquad E^0_{\text{مختزل}} = +٠,٣٤ \text{ V}$$

٢) حساب جهد الاختزال القياسي

$$\text{جهد الخلية } E = E^0 - \frac{٠,٠٥٩٢}{٢} \log \frac{\text{نواتج التفاعل}}{[Cu^{2+}]}$$

$$= +٠,٣٤ - \frac{٠,٠٥٩٢}{٢} \log \frac{١}{٠,١}$$

$$= +٠,٣٤ - ٠,٠٢٩٦$$

$$= +٠,٣١$$

سؤال ٥٥ في محلول خلية جلفانية تتكون من قطب نحاس مغمور في محلول كبريتات النحاس II تركيزه ١,٠ مول/لتر عند ٢٥°م وقطب خارصين مغمور في محلول كبريتات الخارصين تركيزه ١,٠ مول/لتر عند ٢٥°م.

احسب جهد الخلية الجلفانية.

الحل :

المطلوب : حساب جهد الخلية الجلفانية.

١) كتابة التفاعل الذي يحدث عند القطب.

٢) حساب جهد الاختزال القياسي لهذا القطب.

الحل :

١) كتابة التفاعل الذي يحدث عند القطب

$$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn \qquad E^0_{\text{مختزل}} = -٠,٧٦٢ \text{ V}$$

٢) حساب جهد الاختزال القياسي

$$\text{جهد الخلية } E = E^0 - \frac{٠,٠٥٩٢}{٢} \log \frac{\text{نواتج التفاعل}}{[Zn^{2+}]}$$

جهد الخلية الجلفانية = ١,١٠ فولت

$$Zn + Cu^{++}\,(\text{١٫٠ مول/لتر}) \longrightarrow Zn^{++}\,(\text{١٫٠ مول/لتر}) + Cu$$

$$E = E^{0} - \frac{٠٫٠٥٩٢}{٢} \log \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$$

$$= +٠٫٣٤ - ٠٫٠٢٩٦ = +٠٫٣٧٠ \text{ فولت}$$

مثال (١٠) : خلية جهدها يقيس يمكن عكسيتها تماما. احسب جهد هذه الخلية.

الحل : لعكس تفاعل الخلية يجب عكس اتجاه مرور الإلكترونات في الدائرة الخارجية.

$$E = E_{\text{أنود}} + E_{\text{مهبط}}$$

$$= +٠٫٣٤ + ٠٫٧٩٣ = +١٫١٣٧ \text{ فولت}$$

مثال (١١) : خلية جهدها يقيس يمكن عكسيتها تماما. احسب ثابت الاتزان لتفاعل الخلية عند ٢٥°م.

الحل : لعكس تفاعل الخلية يجب عكس اتجاه مرور الإلكترونات في الدائرة الخارجية.

$$Zn^{++}\,(\text{١٫٠ مول/لتر}) + Cu \longrightarrow Zn + Cu^{++}\,(\text{١٫٠ مول/لتر})$$

$$E = -E^{0} - \frac{٠٫٠٥٩٢}{٢} \log \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$$

$$= -٠٫٣٤ - \frac{٠٫٠٥٩٢}{٢} \log \frac{١}{٠٫١}$$

$$= -٠٫٣٤ - ٠٫٠٢٩٦ = -٠٫٣٧ \text{ فولت}$$

مثال (١٢) : احسب ثابت اتزان تفاعل الخلية الجهدية التالية عند ٢٥°م :

$$Cu + 2Ag^{+} \longrightarrow Cu^{++} + 2Ag$$

الحل : لعكس تفاعل الخلية يجب عكس اتجاه مرور الإلكترونات في الدائرة الخارجية.

$$Cu^{++} + 2Ag \longrightarrow Cu + 2Ag^{+}$$

$$E = E^{0} - \frac{٠٫٠٥٩٢}{٢} \log \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^{+}]^{2}}$$

$$= -٠٫٤٦ - \frac{٠٫٠٥٩٢}{٢} \log \frac{١}{(٠٫١)^{2}}$$

$$= -٠٫٤٦ - \frac{٠٫٠٥٩٢}{٢} \log ١٠^{2}$$

$$= -٠٫٤٦ - \frac{٠٫٠٥٩٢}{٢} \times ٢$$

$$= -٠٫٤٦ - ٠٫٠٥٩٢ = -٠٫٥١٩٢ \text{ فولت}$$

جهد الخلية القياسي المعطى في الجدول هو جهد الخلية عندما تكون تراكيز أيونات الفلزات في محاليلها المائية = ١ مول/لتر.

مثال (١٢.٥):

احسب جهد خلية (جلفانية) تتكون من قطب الخارصين في محلول أيوناته Zn^{2+} تركيزه ٠,٠٠١ مول/لتر وقطب النحاس في محلول أيوناته Cu^{2+} تركيزه ٠,١ مول/لتر عند ٢٥°م.

الحل:

$$E = E^{0} - \frac{0.0592}{n} \log \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$$

$$E = E^{0}_{\text{مهبط}} - E^{0}_{\text{مصعد}}$$

$$E^{0} = +0.337 - (-0.763) = 1.100 \text{ فولت}$$

بما أن جهد الخلية موجب فإن التفاعل يحدث تلقائيًا كما هو مكتوب (أنودي وكاثودي).

(له جذر قيمته صفر)

معيوبة: $E^0 = 0$ ، وتكون:

$$E = E^0 - \frac{0.0592}{2} \log \frac{[\text{ناتج}]}{[\text{فلز}]}$$

$$E = 0 - \frac{0.0592}{2} \log \frac{1}{0.10}$$

$$E = 0 - \frac{0.0592}{2} \times -1 = 0.0296 \text{ فولت}$$

٥ـ ١٣ لوحة جلفانية جديدة :

له إمكانية حفظها فترة زمنية لا بأس بها وتستخدم في تشغيل ساعة صغيرة. وتتميز بأن قوتها الدافعة الكهربية (ق د ك) تظل ثابتة لفترة طويلة نسبيًا ثم تقل بعد ذلك بسرعة. ويتكون من قطب من الزنك مغطى بطبقة من كلوريد الزئبقوز وقطب من الكربون مغطى بطبقة من كلوريد الزئبقوز وبينهما معجون من كلوريد البوتاسيوم.

$$E = E^0 - \frac{0.0592}{2} \log \frac{[\text{فلز}]}{[\text{فلز}]}$$

$$E = 1.03 - \frac{0.0592}{2} \log \frac{1}{0.10}$$

$$E = 1.03 - \frac{0.0592}{2} \times -1 = 1.03 + 0.0592 = 1.0892 \text{ فولت}$$

٤١٫٥ حساب جهد نصف خلية مجهولة:

لحساب جهد نصف خلية مجهولة يجب توصيلها بخلية قياسية معلومة جهدها وتركيزها ويكون أحد القطبين مشتركا بين الخليتين ويسمى القطب المشترك بالقنطرة الملحية ويكون عادة من كلوريد البوتاسيوم أو نترات الأمونيوم.

مثال: احسب ΔG^0 لتفاعل الخلية التالية:

$$Hg + 2Ag^+ \rightleftharpoons Hg^{2+} + 2Ag$$

($E^0_{Ag^+} = +0,799$ ، $E^0_{Hg^{2+}} = +0,854$)

الحل:

E^0 للخلية $= +0,854 - 0,799 = +0,055$ فولت

$$\Delta G^0 = -2 \times 96500 \times 0,055 = -10615 \text{ جول}$$

$$n = \frac{10615}{96500 \times 0,055} = 2$$

$$\text{لو } \frac{[Hg^{2+}]}{[Ag^+]^2} = 2,2 = 0,0295 \text{ لو } K_c$$

$$K_c = 158,489$$

٥ـ٥١ تمارين وأسئلة إضافية

س٣١ـ١ يمكن تمثيل تفاعل الأكسدة والاختزال الذي يحدث داخل خلية جلفانية بمعادلة أيونية تسمى معادلة الخلية . وضح بمثال كيف تكتب معادلة الخلية من نصفي التفاعل .

س٣١ـ٢ يمكن تمثيل تفاعل الأكسدة والاختزال الذي يحدث داخل خلية جلفانية بمعادلة أيونية تسمى معادلة الخلية . وضح بمثال كيف تكتب معادلة الخلية من نصفي التفاعل .

(يستحق هذا السؤال الموضح بالمثال درجتين فقط ولا يسأل لغير الموهوبين)

وضح خلية جلفانية تتكون من قطب من الماغنسيوم مغمور في محلول كبريتات الماغنسيوم وقطب من الفضة مغمور في محلول نترات الفضة . اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث في الخلية عند عمل الدائرة الكهربية .

الحل

الخلية (٥٠ـ١٥)

نصف التفاعل الذي يحدث عند المصعد ١ مول/ث من Mg

الخلية ١٢ .

المطلوب : (أ)

$$\Delta G^{0} = -n\,F\,E^{0}_{cell}$$

$$= -(2)(96487)(3.10) = -596,266 \text{ جول} = -596.266 \text{ كيلو جول}$$

$$\Delta G^{0} = -n\,F\,E^{0}_{cell}$$

$$= -(2)(96487)(1.126) = -217,324 \text{ جول} = -217.324 \text{ كيلو جول}$$

(ب) المطلوب حساب كتلة الماغنسيوم المتآكلة خلال ٣٠ دقيقة .

نصف تفاعل الأكسدة الذي يحدث عند المصعد هو :

$$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$$

من نصف التفاعل نجد أن مول واحد من Mg يعطي إلكترونين .

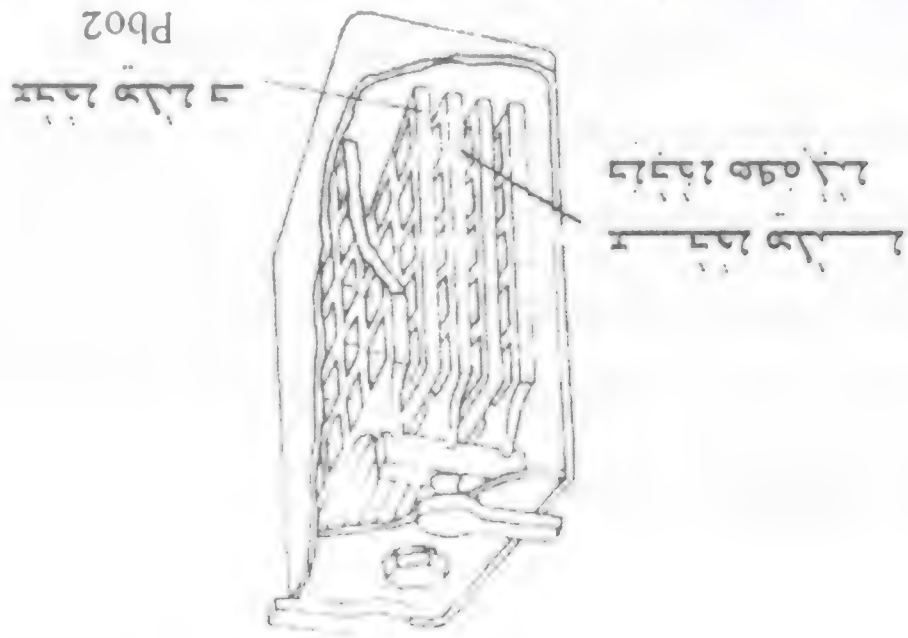
عدد الفاراداي المار في الخلية = ٢ × ٩٦٤٨٧ = ١٩٢٩٧٤ كولوم

عدد مولات الإلكترونات = ١٩٢٩٧٤ ÷ ٩٦٤٨٧ = ٢ مول

كتلة المغنسيوم المتآكلة = ١ × ٢٤ = ٢٤ جم

٥٠٥١ـ١ تمدخ جيڤنذا زبتنذا :

ڤـز هوڵـذ زا٥ تمدخ دجتنذه جزبتنذا ڤلـيڵ هـ ڤوذڵڵ جڤڵـيڵ جتنذ ڵـ جـهـ ءجوجتـ نڵ ءيڵـذ جمووڤـ.



هـحڤڵـذ جتنذ هوتـ هوهڤ هـ سهوڤ جدتنذهس٩ ووزذ دهسهذ جڤنـ هڤ جڤذاتـ ڵـجڤنذ جسيوهذ جتنذ ڵـدهذڤڵهـذ. هـحـڵـذ جسيوهذ

وتتميز الخلية الجافة بأنها خلية ثانوية، حيث يمكن إعادة شحنها بعد استهلاكها، وذلك بتمرير تيار كهربي في اتجاه معاكس لاتجاه التيار الناتج من الخلية.

٥. تتكون الخلية الجافة من وعاء من الزنك يمثل المصعد، وقضيب من الجرافيت يمثل المهبط، محاط بمسحوق ثاني أكسيد المنجنيز وكلوريد الأمونيوم وكلوريد الزنك.

٥ ـ ١٥ ـ ٢ البطارية الجافة :

وهي أكثر أنواع البطاريات استعمالاً في الحياة اليومية، وتستخدم في الساعات والراديو والكاميرات وغيرها.

وتتكون البطارية الجافة من وعاء من الزنك يمثل المصعد، وقضيب من الجرافيت (الكربون) يمثل المهبط، محاط بمسحوق من ثاني أكسيد المنجنيز والجرافيت، وكلوريد الزنك، وكلوريد الأمونيوم، كما في الشكل (٥ ـ ٨).

وتنتج البطارية الجافة جهداً كهربياً مقداره ١,٤٨ فولت، ويتفاعل الزنك مع كلوريد الأمونيوم وفق المعادلة الآتية :

عند المصعد : $Zn \longrightarrow Zn^{++} + 2e^-$

عند المهبط : $2MnO_2 + Zn^{++} + 2e^- \longrightarrow ZnMn_2O_4$

المعادلة الكلية : $Zn + 2MnO_2 \longrightarrow ZnMn_2O_4$



المصعد (Zn) وعاء من الزنك

المهبط (C) قضيب من الجرافيت

المعجون الرطب يحتوي على مسحوق $ZnCl_2$ ، MnO_2 ، NH_4Cl

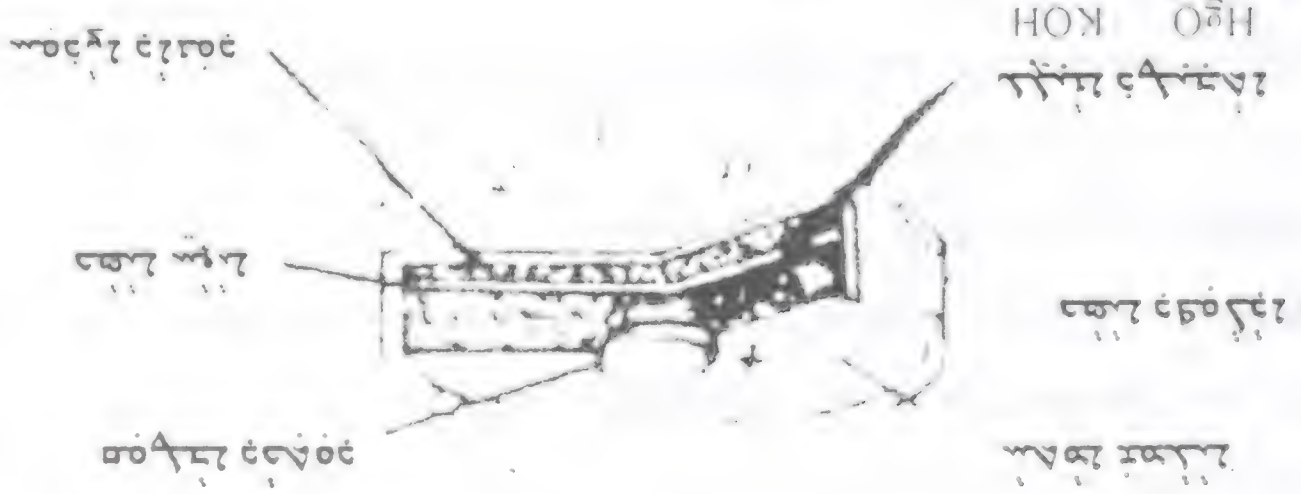
الشكل (٥ ـ ٨) البطارية الجافة

٤ . ١٥ . ٥ خلية نيكل - كادميوم :

تتكون خلية النيكل - كادميوم من وعاء فولاذي مطلي بالنيكل يحتوي على قطب موجب من هيدروكسيد النيكل (III) وقطب سالب من الكادميوم مغمورين في محلول قلوي من هيدروكسيد البوتاسيوم. ويفصل بين القطبين حاجز مسامي لمنع حدوث قصر كهربائي بينهما. ويستخدم محلول هيدروكسيد البوتاسيوم كإلكتروليت لأنه لا يتفاعل مع المواد الفعالة في القطبين.

$Cd + 2OH^- \longrightarrow Cd(OH)_2 + 2e^-$	تأكسد
$2e^- + NiO_2 + 2H_2O \longrightarrow Ni(OH)_2 + 2OH^-$	اختزال
$Cd + NiO_2 + 2H_2O \longrightarrow Cd(OH)_2 + Ni(OH)_2$	

مخطط خلية نيكل - كادميوم (٥ . ٩)



٥ . ١٥ . ٣ خلية الزئبق :

هي خلية تتكون من وعاء فولاذي مطلي بالنيكل. ويحتوي على قطب موجب من أكسيد الزئبق (II) وقطب سالب من الزنك المملغم مغمورين في محلول قلوي من هيدروكسيد البوتاسيوم. ويفصل بين القطبين حاجز مسامي لمنع حدوث قصر كهربائي بينهما. ويستخدم محلول هيدروكسيد البوتاسيوم كإلكتروليت لأنه لا يتفاعل مع المواد الفعالة في القطبين :

$Zn + 2OH^- \longrightarrow ZnO + H_2O + 2e^-$	تأكسد
$HgO + H_2O + 2e^- \longrightarrow Hg + 2OH^-$	اختزال
$Zn + HgO \longrightarrow ZnO + Hg$	

مخطط خلية زئبق (٥ . ٩)

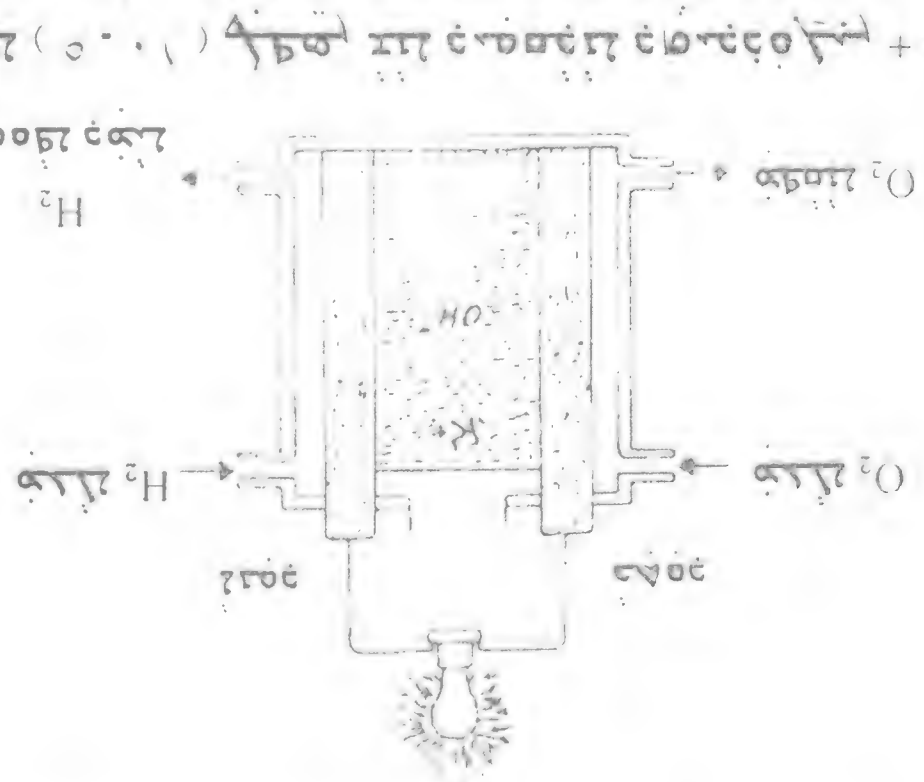
$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O$$

$$2e^- + \frac{1}{2} O_2 + H_2O \longrightarrow 2OH^-$$ **مصعد**

$$H_2 + 2OH^- \longrightarrow 2H_2O + 2e^-$$ **مهبط**

مع ملاحظة كتابة التفاعلات النصفية كما يلي :

محتويات الخلية يجب تحريكها ما عدا الماء فصلي دائما حتى تضمن الحصول على نتائج صحيحة. ويمكن استخدام الخلية لتحديد كمية الأكسجين الذائبة في الماء حيث يتناسب التيار المار مع كمية الأكسجين الذائبة في الماء.



٥ . ١٥ . ٥ تآكل المعادن :

تآكل المعادن هو تلف يحدث للمعادن نتيجة تفاعلها مع الأكسجين الذائب في الماء أو الرطوبة الجوية. ويعتبر تآكل الحديد من أكثر أنواع التآكل شيوعا ويسبب خسائر كبيرة في الاقتصاد القومي لكثير من الدول.

يحتاج تآكل الحديد إلى وجود الماء والأكسجين معا. ويتأكسد الحديد عند المصعد طبقا للمعادلة :

$$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$$

ويتفاعل الأكسجين الذائب في الماء عند المهبط طبقا للمعادلة :

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$$

ويتفاعل أيونات الحديد الموجبة مع أيونات الهيدروكسيد السالبة لتكوين هيدروكسيد الحديد II الذي يتأكسد بالأكسجين الذائب في الماء لتكوين هيدروكسيد الحديد III الذي يتحول إلى أكسيد الحديد III المائي الذي يكون الصدأ.

$$2Fe(OH)_2 + \frac{1}{2} O_2 + H_2O \longrightarrow 2Fe(OH)_3$$

صدأ

تمرين إضافي

حدد المهبط والمصعد في التفاعلات الآتية : (جهد الاختزال القياسي معطى)

١. تفاعل الخارصين مع محلول كبريتات النحاس II علما أن جهد الاختزال القياسي للخارصين $-0.76\,V$ وجهد الاختزال القياسي للنحاس $+0.34\,V$

٢. تفاعل الكوبالت مع محلول كبريتات الخارصين علما أن جهد الاختزال القياسي للكوبالت $-0.28\,V$

٣. تفاعل القصدير مع محلول نترات الفضة علما أن جهد الاختزال القياسي للفضة $+0.80\,V$

٤. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعل الخارصين مع محلول كبريتات النحاس II

٥. احسب جهد الخلية الناشئ عن التفاعل السابق :

جهد الاختزال القياسي لأيون النحاس II $+0.34\,V$ وجهد الاختزال القياسي للخارصين $-0.76\,V$

الحل : $E^\circ = +0.34 - (-0.76) = +1.10\,V$

٦. احسب ΔG° للتفاعل السابق :

الحل : $\Delta G^\circ = -n F E^\circ$

حيث $n = 2$ و $F = 96500\,C$ و $E^\circ = +1.10\,V$

$\Delta G^\circ = -2 \times 96500 \times 1.10 = -212300\,J = -212.3\,kJ$

٧. اكتب تمثيلا اصطلاحيا للخلية التي تتكون من قطب الخارصين في محلول أيوناته تركيزه $1\,M$ وقطب النحاس في محلول أيوناته تركيزه $1\,M$:

$$Zn \mid Zn^{2+}(1M) \,||\, Cu^{2+}(1M) \mid Cu$$

٨. اكتب تمثيلا اصطلاحيا للخلية التي تتكون من قطب الكادميوم في محلول أيوناته تركيزه $0.2\,M$ وقطب النحاس في محلول أيوناته تركيزه $0.1\,M$:

$$Cd \mid Cd^{2+}(0.2M) \,||\, Cu^{2+}(0.1M) \mid Cu$$

٩. اكتب تمثيلا اصطلاحيا للخلية التي تتكون من قطب الخارصين في محلول أيوناته تركيزه $1\,M$ وقطب البلاتين في محلول أيوناته تركيزه $1\,M$ وتحت ضغط غاز الكلور $1\,atm$ علما أن جهد الاختزال القياسي للكلور $+1.36\,V$ وجهد الاختزال القياسي للخارصين $-0.76\,V$:

$$Zn \mid Zn^{2+}(1M) \,||\, Cl^-(0.1M) \mid Cl_2\ (1\,atm) \mid Pt$$

فإذا نقع قطعة من الزنك كتلتها ٣٥ ج في محلول كبريتات النحاس II فإن :

محلول كبريتات النحاس الزرقاء اللون يتحول إلى محلول عديم اللون (−٠,٧٦ فولت)

قطب الزنك يذوب (+٠,٠ فولت) قطب النحاس

١٠. هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس في إناء من الزنك ؟ ٢٥ ج

$$Zn \mid Zn^{2+} \quad || \quad Cu^{2+} \mid Cu$$

(+٠,١ فولت) (+٠,٣٤ فولت)

٤- محلول كبريتات الكادميوم تركيزه ١ مولر :

$Cu^{2+} = +٠,٣٤$ فولت $Zn^{2+} = -٠,٧٦$ فولت

١١. لكونة خلية جلفانية تتم التفاعل :

$$Cd \mid Cd^{2+} \quad || \quad Cu^{2+} \mid Cu$$

(١ فولت) (+٠,٤ فولت)

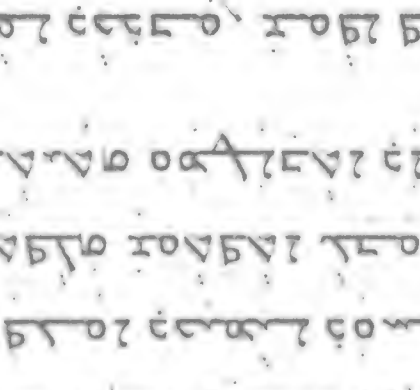
قطب الكادميوم يذوب ويقل وزنه ٢٥ ج بعد فترة طويلة من بدء التفاعل

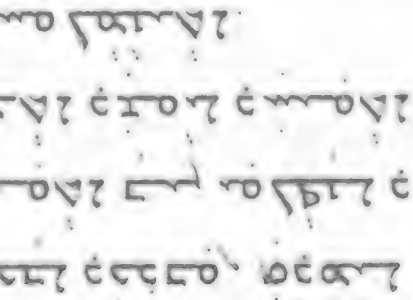
احسب فرق جهد الخلية في هذه الحالة ؟ ١٢

١٢. اذا تفاعل الخلية الجلفانية التالية :

$$Zn + Cd^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cd$$

وصف طريقة للحصول على الهيدروجين وجمعه بطريقة الإزاحة للماء حسب الشكل المجاور.





أي جزيء يمثل الصيغة البنائية :

أ. جزيء مشبع من الهيدروكربونات المفتوحة السلسلة

ب. جزيء حلقي

ج. جزيء مثلثي

د. جزيء ثنائي ذري

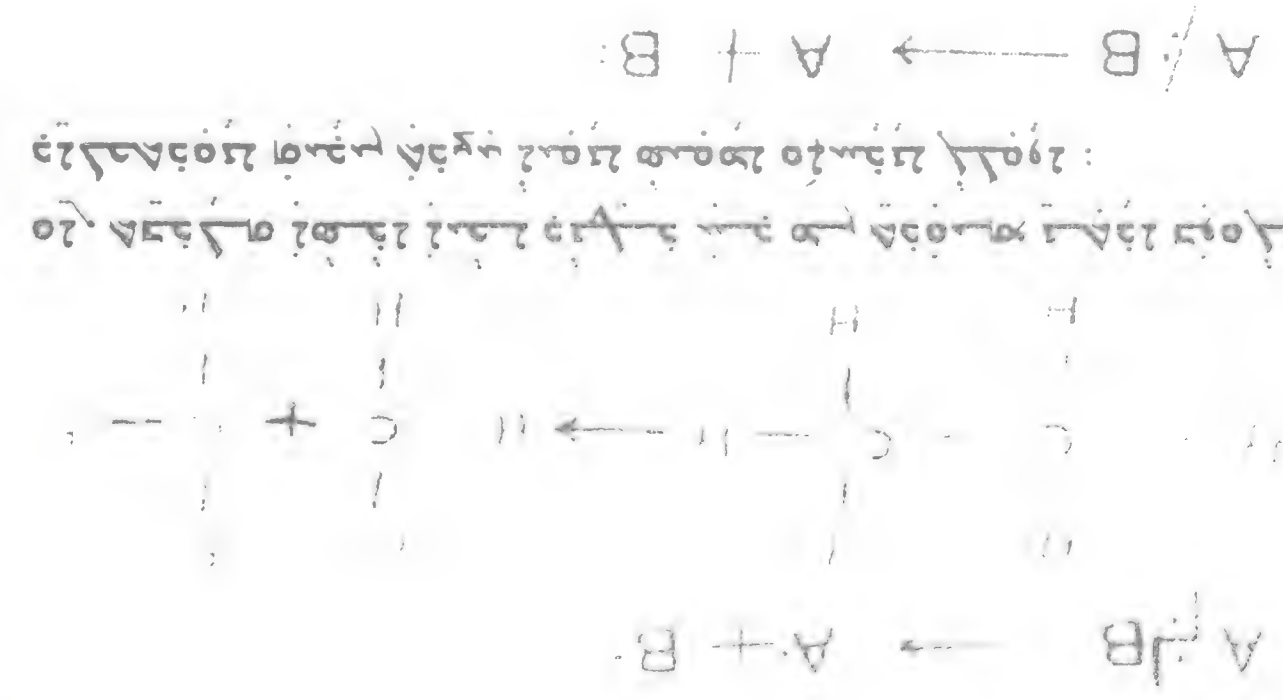
هـ. جزيء هيدروكربوني مفتوح السلسلة يحتوي على رابطة ثلاثية واحدة بين ذرتي كربون.

الفصل الثاني

حمض الإيثانويك

المادة

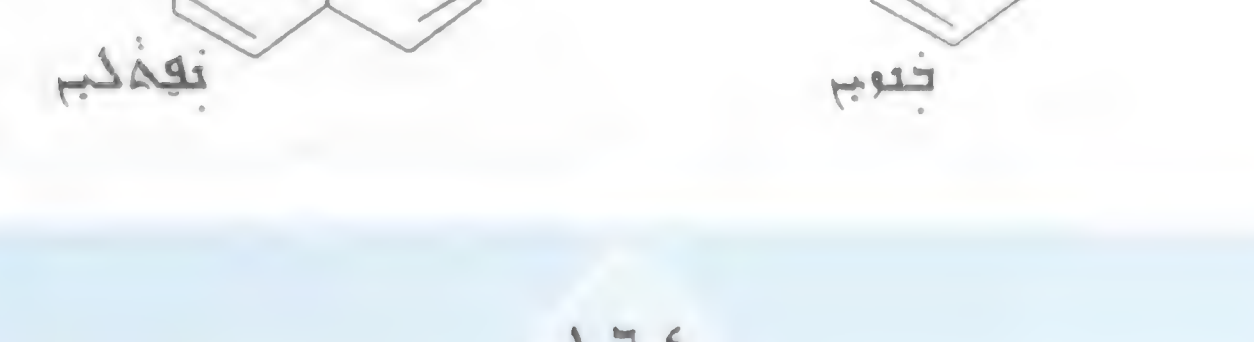
حمض الإيثانويك سائل عديم اللون حاد الرائحة، يتجمد عند ١٦ °م فيشبه الثلج لذلك يسمى الحمض الثلجي وهو الحمض الموجود في الخل بتركيز ٥٪ تقريبا، ويستخدم في صناعة الأدوية والأصباغ والمبيدات الحشرية والمطاط الصناعي والبلاستيك والأسبرين والباراسيتامول.



مخطط يبين تأثير مجاذبة كهربائية في مجالها

(٦ - ٢) الإيثانول (الكحول الإيثيلي) :

الإيثانول سائل عديم اللون ذو رائحة مميزة وطعم حارق ، يذوب في الماء بجميع النسب ، صيغته الجزيئية C_2H_6O ، ويمكن الحصول عليه بتخمير السكريات بواسطة الخميرة عند درجة حرارة ٣٥° م ، ويستخدم الإيثانول كمذيب للعديد من المواد العضوية ، كما يستخدم في صناعة المشروبات الروحية ، وفي صناعة العطور والأدوية ، ويدخل في صناعة الوقود ، كما يستخدم في صناعة الخل ، وله الصيغتان البنائيتان التاليتان :



ثنائي ميثيل إيثر الإيثانول

(٦ - ٣) الهيدروكربونات :

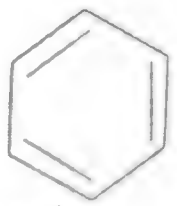
هي مركبات عضوية تتكون ذراتها من عنصري الهيدروجين والكربون فقط ، وتنقسم الهيدروكربونات إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي :

أ - الهيدروكربونات المشبعة (الألكانات أو البارافينات) Alkanes or paraffins ، صيغتها العامة CnH_{2n+2}

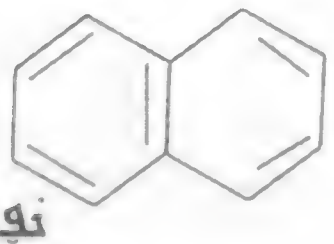
ب - الهيدروكربونات غير المشبعة ذات الرابطة الثنائية (الألكينات أو الأوليفينات) Alkenes or Olfefins ، صيغتها العامة CnH_{2n}

ج - الهيدروكربونات غير المشبعة ذات الرابطة الثلاثية (الألكاينات أو الأسيتيلينات) Alkynes or Acetylenes ، صيغتها العامة CnH_{2n-2}

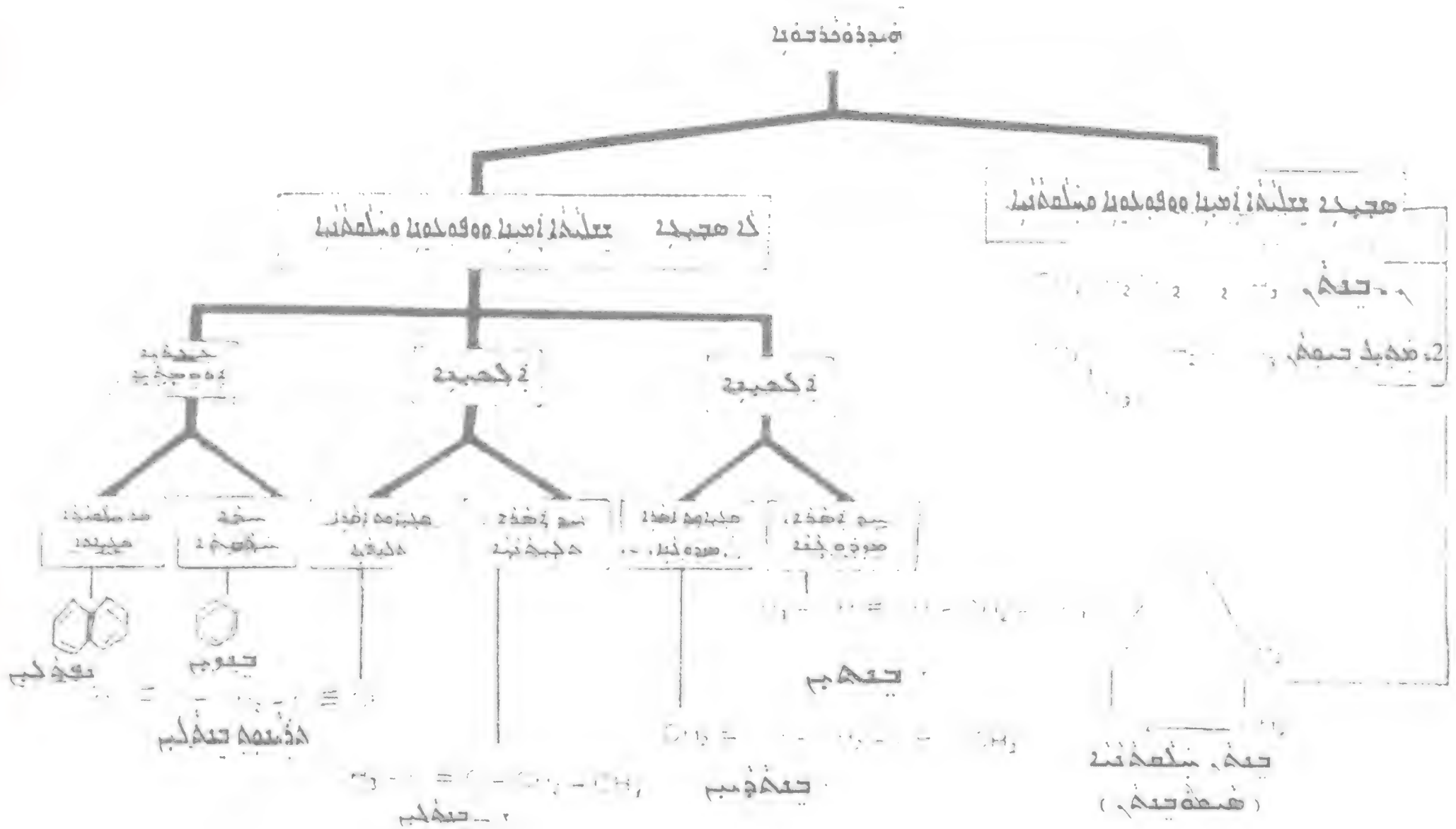
د - الهيدروكربونات العطرية Aromatic ، ومن أمثلتها : البنزين والنفثالين



بنزين



نفثالين



شكل (1.6)

(٦ . ٤) الألكانات ذات السلسلة المفتوحة

الألكانات (أو البارافينات Alkane) هي أبسط سلسلة متجانسة من المركبات العضوية. وتتكون من عدد من ذرات الكربون والهيدروجين. وتسمى أيضا الهيدروكربونات المشبعة. وهذا من حيث أن ذرات الكربون في هذه المركبات ترتبط مع بعضها البعض بروابط أحادية فقط. وصيغتها العامة (C_nH_{2n+2}) حيث n تمثل عدد ذرات الكربون ($n = 1, 2, 3, \ldots$) وتسمى كل مركبات هذه السلسلة بأسماء تنتهي بالمقطع (ان ane) وهي تختلف عن بعضها البعض في عدد ذرات الكربون (ن) وعدد ذرات الهيدروجين ($2n+2$) المرتبطة بها.

ويعتبر الميثان أبسط مركبات الألكانات وأخفها حيث يتكون من ذرة كربون واحدة وأربع ذرات هيدروجين. وتتكون جزيئات المركبات العضوية من ذرات الكربون والهيدروجين وتسمى المركبات العضوية التي تتكون جزيئاتها من ذرات الكربون والهيدروجين فقط (الهيدروكربونات) وتنقسم الهيدروكربونات إلى عدة أقسام. وتعتبر الألكانات أبسط أنواع الهيدروكربونات.

(٦ . ٤ . ١) المجموعات الألكيلية

عند نزع ذرة هيدروجين واحدة من جزيء الألكان ينتج مجموعة ألكيلية وتعرف بالرمز R، ويمكن تسمية المجموعات الألكيلية بإضافة المقطع (يل yl-) إلى اسم الألكان المقابل لها. ومن أمثلة المجموعات الألكيلية:

Ethyl إيثيل	CH_3CH_2-
	CH_3-
	CH_3-CH- $\quad\quad\quad

$CH_3—$	Methyl	
$CH_3—CH_2—$	Ethyl	
$CH_3—CH_2—CH_2—$	n—Propyl	
$CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}—$	iso—Propyl	
$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—$	n Butyl	
$CH_3—CH_2—\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}—$	Sec—Butyl	
$CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}—CH_2—$	iso—Butyl	
$CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}—$	tert—Butyl	
$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—$	n-Pentyl	

$H—\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}—H$	
$CH_3—CH_2—$	
$CH_3—CH_2—CH_2—$	
$CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}—$	
$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—$	
$CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}—CH_2—$	
$CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}—$	
$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—$	

(٢ . ٤ . ٢) الحموضة :

الحموضة هي درجة وضوح وجود أيون هيدروجين (أو بدقة) هو حدة إعطاء سائلة وجودها درجة . إذا سلب درجة بيئة حمضية ولأيا وجود أيونات هيدروجين (أو أيون سائلة وجودها)

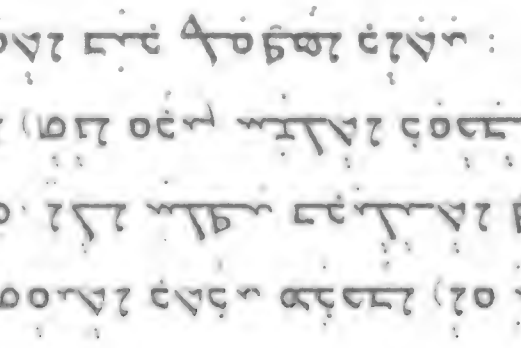
وحدة قياس حموضة وجود درجة الوقوع وإذا :

١. الوجدان حادة وسائلة وجودها للذوبان هيئة قطعة طعم (حمض ، ليمون ، حليب ، حمض) حمض الخلية وجود حموضة هذا إنتاج حمضية وعينة الخلية وجود حموضة وجود إعطاء إن وجودها إذا .

له حمض، وإذا، وحليب وجود إعطاء وجودها، له إعطاء وجوهها :

إن له إعطاء وجودها، حليب وجود (٤ . ٥ . ٨) وجود إعطاء وجودها وجودها إن له وإعطاء.

(أ) حليب



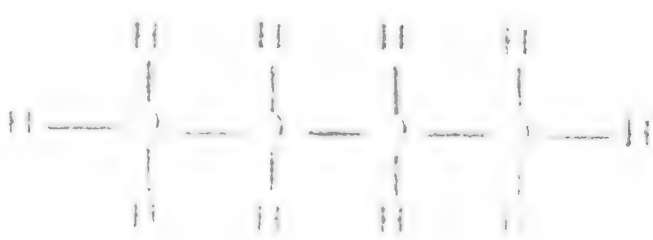
(ب) إيثين

(ج) ميثان



ملاحظة: يمكن الحصول على أكثر من طريقة لتكوين المبلغ المطلوب.

(ب) ١٠٠ جنيه



(ج) ٤٠ جنيه (لا = أقصى عدد من الأوراق النقدية المتاحة)



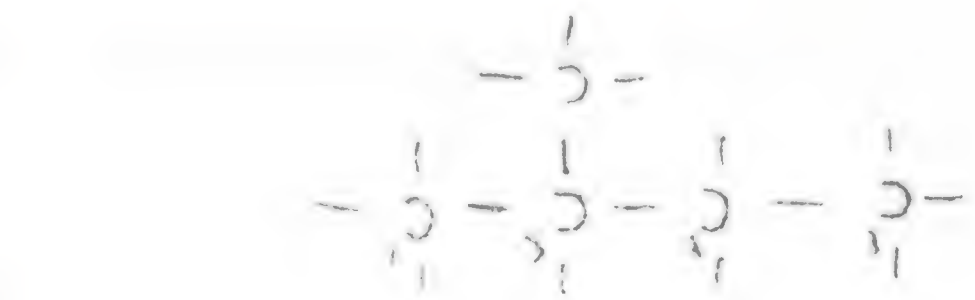
اكتب ثلاث طرق مختلفة لتكوين المبلغ المطلوب: ٢٠ جنيه، علمًا بأن عدد الأوراق النقدية المتاحة لكل نوع موضح بالجدول المقابل:

فئة الورقة النقدية	٢٠ جنيه	١٠ جنيه	٥ جنيه	جنيه واحد
عدد الأوراق النقدية المتاحة	١	٢	٣	٤

الطريقة الأولى: ٢٠ جنيه

الطريقة الثانية: ١٠ جنيه + ١٠ جنيه

الطريقة الثالثة: ١٠ جنيه + ٥ جنيه + ٥ جنيه



ضوء ضئيل لقراءة بعض الوقت إذا ما وجد أن ضوء الغرفة ساطع جدًا :

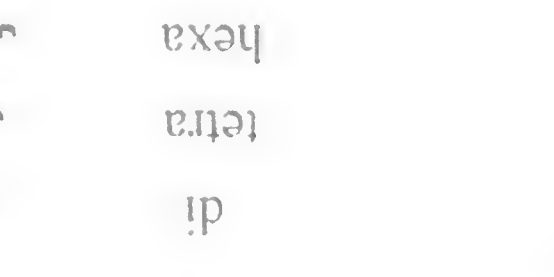
٢٠. ما الذي يتوقع حدوثه في كفاءة عمل دماغك إذا ما تعرضت لكميات كبيرة من الضوء الساطع ليلًا؟

موجات لا يمكن قياسها بالعين المجردة (ما عدا موجات الضوء المرئي) وتستخدم في العديد من التطبيقات الطبية والصناعية. وتستخدم أشعة إكس لتصوير العظام والأسنان (وتستخدم بكثرة في المطارات للكشف عن الأسلحة والمتفجرات المخبأة في الحقائب). وتستخدم أشعة جاما لتعقيم المعدات الطبية (وخاصة تلك المصنوعة من البلاستيك) ولقتل الخلايا السرطانية.

أشعة إكس وتصويرها (٣٠٤٠٦) : تعمل أشعة إكس على تصوير العظام والأسنان بسبب قدرتها على اختراق الأنسجة الرخوة بسهولة أكثر من اختراقها للعظام والأسنان. ويتم تصوير الأشعة على فيلم حساس للضوء (وخاصة الضوء غير المرئي) ولهذا يشار إليه بالفيلم

مجموعة عدودة جزيئية عدد ذراتها محدود، وتركيبها يحتوي على مجموعة وظيفية واحدة أو أكثر تحدد خواصها الكيميائية.

١- ألكين - ٢- هكسين



٢- ثنائي ميثيل بنتان

٣، ٢، ٢- ثلاثي ميثيل بنتان



٤. تسمى المركبات ذات السلسلة المتفرعة بتحديد موقع ونوع المجموعة المتفرعة ثم اسم السلسلة الرئيسية.

٣. المجموعات الأكثر شيوعاً في المركبات العضوية هي مجموعات الكيل (ألكان فقد ذرة هيدروجين):

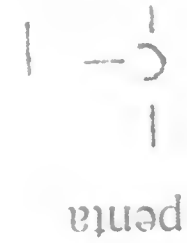
اسم المجموعة	عدد الذرات	البادئة	اسم الكيل
ميثيل	1	مونو mono	ميثان
إيثيل	2	داي di	إيثان
بروبيل	3	ترای tri	بروبان
بيوتيل	4	تترا tetra	بيوتان
بنتيل	5	بنتا penta	بنتان
هكسيل	6	هكسا hexa	هكسان

الصيغة العامة: C_nH_{2n+1} — **لأي ذرة كربون في الحلقة**

أمثلة:



ألكين حلقي

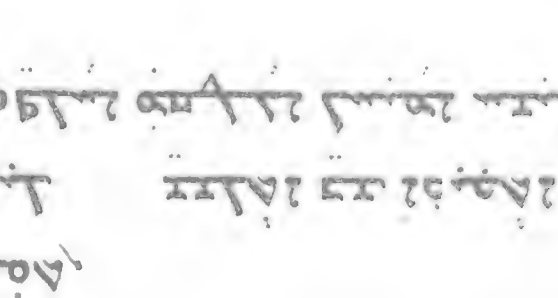


ألكين حلقي

لأكثر ذرة كربون في السلسلة الرئيسية يحدد عدد ذرات الكربون في مجموعة الألكين ٢، ٣ - ثنائي ميثيل بنتين

ألكاين

١- ألكاين - ٢- بنتاين



٢- ثنائي ميثيل - ٣- هكسين

٤ـ٤ـ٦ـ المتسلسلات المتماثلة (Homologous Series)

١. تعرف المتسلسلة بأنها مجموعة من المركبات العضوية التي تتشابه في تركيبها الكيميائي وخواصها الكيميائية بينما تختلف في خواصها الطبيعية بسبب اختلاف عدد مجموعات (CH_2) بين كل مركب والذي يليه في المتسلسلة.

٢. يمكن تعريف المتسلسلة المتماثلة بأنها مجموعة من المركبات العضوية التي تتشابه في تركيبها الكيميائي وتختلف في خواصها الطبيعية بسبب اختلاف عدد مجموعات (CH_2) بين كل مركب والذي يليه.

٣. تعطى المتسلسلة المتماثلة الواحدة صيغة جزيئية عامة واحدة.

٤. تختلف المركبات في المتسلسلة المتماثلة الواحدة في الكتلة الجزيئية النسبية بمقدار ثابت هو ١٤ وحدة كتلية ذرية.

٥. تختلف المركبات في المتسلسلة المتماثلة الواحدة في الخواص الطبيعية (مثل درجة الغليان والكثافة واللزوجة) بانتظام.

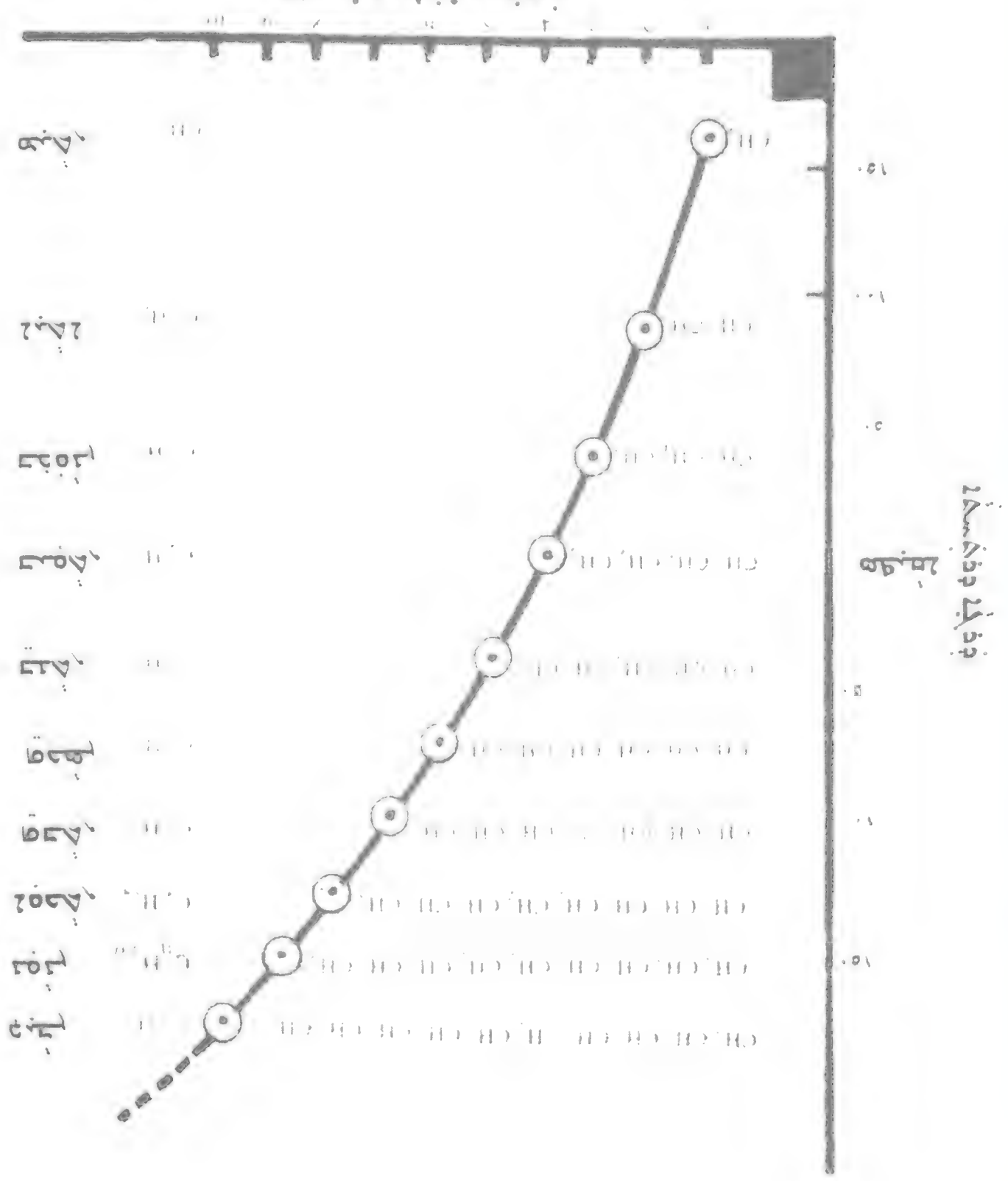
٦. تحضر المركبات في المتسلسلة المتماثلة الواحدة بطريقة عامة واحدة.

٧. تظهر المركبات في المتسلسلة المتماثلة الواحدة تفاعلات كيميائية متشابهة.

٨. يمكن التعبير عن الصيغة العامة للمتسلسلة المتماثلة بالصيغة (C_nH_{2n+2}).

(ب) جَدَلُ حَذَفِ هَمْزَةِ :

(لِعَمَلِ ٢٠) ضَعْ خَطَّ أَسْفَلَ جُمْلَةِ جَدَلٍ وَتَحْتَهَا مُرَادِفَهَا (بِالْمِدَادِ)

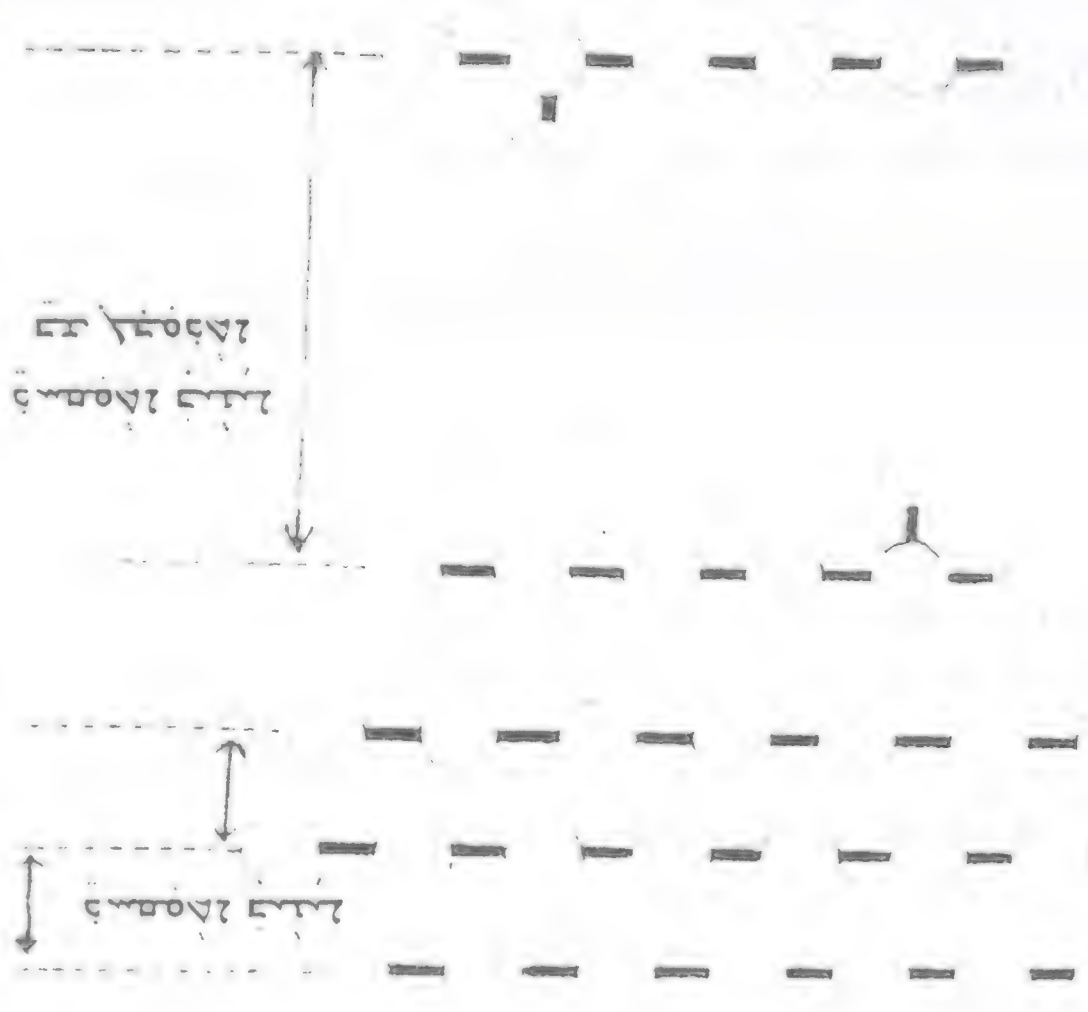


جَدَلٌ.

إِنَّ كُلَّ جُزْءٍ يَجِبُ أَنْ تَكُونَ لَهُ مُقَدِّمَةٌ إِنَّ تَمَامَ مُقَدِّمَةِ الْمَقَالِ

(د) مُقَدِّمَةُ جَدَلٍ :

(٥ - ٤ - ٣) جُمَلُ قَوْسِ جَدَلٍ



الشكل (٢٠٦)

وعندما يتم تحليل مركب عضوي، فإنه يتم تحديد نسبة عدد ذرات (أو مجموعات الذرات) المختلفة في جزيء المركب. فمثلاً، يحتوي جزيء الكولسترول على (٢٧) ذرة كربون و(٤٦) ذرة هيدروجين وذرة أكسجين واحدة، أي أن صيغته الجزيئية هي $C_{27}H_{46}O$.

إن الصيغة التي تبين نوع وعدد الذرات في أصغر وحدة من المركب تسمى الصيغة الأولية. فالصيغة الأولية لجزيء الجلوكوز هي CH_2O، أي أن نسبة عدد ذرات الكربون إلى عدد ذرات الهيدروجين إلى عدد ذرات الأكسجين هي ١ : ٢ : ١. وتكتب الصيغة الأولية لحمض الأسيتيك $(C_2H_4O_2)$ على الصورة CH_2O.

والصيغة التي توضح عدد ذرات العناصر المختلفة (ذرة) المكونة لجزيء المركب تسمى الصيغة الجزيئية. فالصيغة الجزيئية للجلوكوز هي $C_6H_{12}O_6$، وهذا يعني أن جزيء الجلوكوز يحتوي على ٦ ذرات كربون و١٢ ذرة هيدروجين و٦ ذرات أكسجين. وتكتب الصيغة الجزيئية لحمض الأسيتيك $(C_2H_4O_2)$.

$$CH_3 - CH_2 - CH_3 \xrightarrow{\Delta} CH_4 + CH_2 = CH_2$$

$$CH_3 - CH = CH_2 + H_2$$

أ) Δ (C – ( ))

ب) ( ) – C – ( )

٢ . عملية (Combustion) :

هي عملية يتحد فيها مع عنصر الأكسجين الموجود في الهواء الجوي وعادة يصحبها تصاعد كمية كبيرة من الحرارة والضوء. وتنقسم عمليات الاحتراق من حيث كمية الأكسجين المتوفرة إلى قسمين هما الاحتراق التام والاحتراق غير التام (وإن كان هناك احتمال ثالث وهو عدم توفر الأكسجين أصلاً فيسمى تفاعل تحلل حراري) وفي كلتا الحالتين يتكون الماء وتنطلق الحرارة. وفي كلا الحالتين يتكون أول أكسيد الكربون السام.

١ . البترول :

(٦ . ٤ . ٦) البترول الخام :

وهو زيت معدني، لونه يتراوح بين عديم اللون، مروراً بالأصفر والبني، حتى الأسود ٨٩٠ كيلوجول/مول :

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O \quad \Delta H = -٨٩٠ \text{ كيلوجول/مول}$$

٣ . الحفز (Cracking) أو التكسير الحراري :

عملية إزالة الهيدروجين من الهيدروكربونات الثقيلة (ذات عدد ذرات الكربون الكبير) لتحويلها إلى هيدروكربونات خفيفة ذات قيمة اقتصادية عالية. هذا يتوقف على الظروف المستخدمة في التفاعل من حيث درجة الحرارة والضغط والعامل المساعد المستخدم في التفاعل.

$$CH_4 \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} CH_3Cl \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} CH_2Cl_2 \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} CHCl_3 \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} CCl_4$$

٢ . ٤ . ٧) الإنحلال بإزالة الى حمض عضوي : (٦ . ٤ . ٧)

إذا فقد زوج ذري جزيء عضوي :

١ . حذر ذرة كربون جزيء عضوي مشبوع ذات حلقة (مؤكسد) بحيث تحتوي ذرة كربون على مجموعة عاملة واحدة على الأقل ، ويسمى ذرة كربون عاملة ، ذرة كربون ألفا ، ويسمى ما يليها ذرة كربون بيتا ، وما يليها ذرة كربون غاما ، وهكذا ذرة كربون دلتا ، وهكذا ذرة كربون إبسلون .

مثل حمض كربوكسيلي .

$$2CH_3COONa + Ba(OH)_2 \longrightarrow 2CH_4 + Na_2CO_3 + BaCO_3$$

ملاحظة هامة ، يفضل حذف ذرة كربون بيتا من مجموعة كربوكسيل

$$CH_3 - CH_2 - COONa + NaOH \longrightarrow CH_3 - CH_3 + Na_2CO_3$$

$$CH_3MgI + CH_3I \longrightarrow C_2H_6 + MgI_2$$

ولكن إذا كانت كمية إيثان الناتج كبيرة، أي إذا كانت كمية يوديد الميثيل كبيرة

نسبياً بالنسبة لكمية إيثان الناتج فإن كمية يوديد الميثيل

تتفاعل مع كاشف جرينيارد الناتج :

$$CH_3MgI + HOH \longrightarrow CH_4 + Mg(OH)I$$

ميثان ← كاشف جرينيارد

كاشف جرينيارد ← إيثان

وبالتالي فإن كمية كاشف جرينيارد الباقية بعد تفاعله مع يوديد الميثيل

تقل عما كانت عليه قبل إضافة يوديد الميثيل.

٦. ٥) ألكينات (ALKENES) : أو ألكينيات :

وهذه سلسلة متجانسة هيدروكربونات، صيغتها العامة C_nH_{2n} **، وأسماؤها**

تنتهي بالمقطع ين، أي بوجود رابطة واحدة بين ذرتي كربون متجاورتين.

وأبسط هذه المركبات هو الإيثين C_2H_4 **، ويسمى أيضاً الإيثيلين، وهو**

غاز عديم اللون ذو رائحة خفيفة حلوة، وهو أخف من الهواء.

وكل ذرتا كربون مرتبطتان برابطة تساهمية واحدة، أما ذرتا كربون

متجاورتان فترتبطان برابطتين تساهميتين، وتسمى الرابطة الثانية

رابطة باي π **، وهي أضعف من الرابطة الأولى، ولذلك فإن الألكينات**

تتفاعل بسهولة مع الهيدروجين والهالوجينات والهالوجينيدات

والماء وغيرها.

١. التفاعل مع الهيدروجين :

$$CH_2=CH_2 + H_2 \xrightarrow{\text{نيكل دقيق}} CH_3-CH_3$$

٢. التفاعل مع الهالوجينات :

$$CH_2=CH_2 + Cl_2 \longrightarrow CH_2Cl-CH_2Cl$$

٣. التفاعل مع الهالوجينيدات :

تتفاعل الألكينات مع الهالوجينيدات بسهولة، وتتبع قاعدة ماركونيكوف

التي تنص على أن ذرة الهيدروجين في الهالوجينيد تتجه إلى ذرة الكربون

التي تحمل عدداً أكبر من ذرات الهيدروجين.

$$CH_3-CH=CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3-CHCl-CH_3$$

٤. التفاعل مع الماء :

يتفاعل الإيثين مع الماء في وجود حمض الكبريتيك المركز البارد

كعامل مساعد، ويتكون الإيثانول.

$$CH_2=CH_2 + HOH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-CH_2OH$$

٥. الأكسدة :

أ. تتأكسد الألكينات بسهولة بمحلول برمنجنات البوتاسيوم المخفف

البارد المتعادل أو القلوي، وتتحول إلى جليكولات، وهي مركبات

تحتوي على مجموعتي هيدروكسيل، ويتغير لون المحلول البنفسجي

إلى اللون البني المحمر لثاني أكسيد المنجنيز المترسب.

$$3CH_2=CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow 3CH_2OH-CH_2OH + 2MnO_2 + 2KOH$$

ب. تتأكسد الألكينات (تتفجر) في وجود الهواء الجوي عند درجة

جيتلدا تخصوصلد وفيد ىوسلقز مقيانز (أ) مر يعز جزلدم
يعقيانز (م) مسوىز لل صوىدا جزهقز مويوانز.

٢٠ مدقصس ىدقز جدقدو جيتلدا زىد جيملى هقوىم ىدقز جدقدو.
زهقز مويوانز ولوق قصص وفيد هوسهز ىوفا جزهقز مويوانز دىلوق
جزلد هقى قصص.

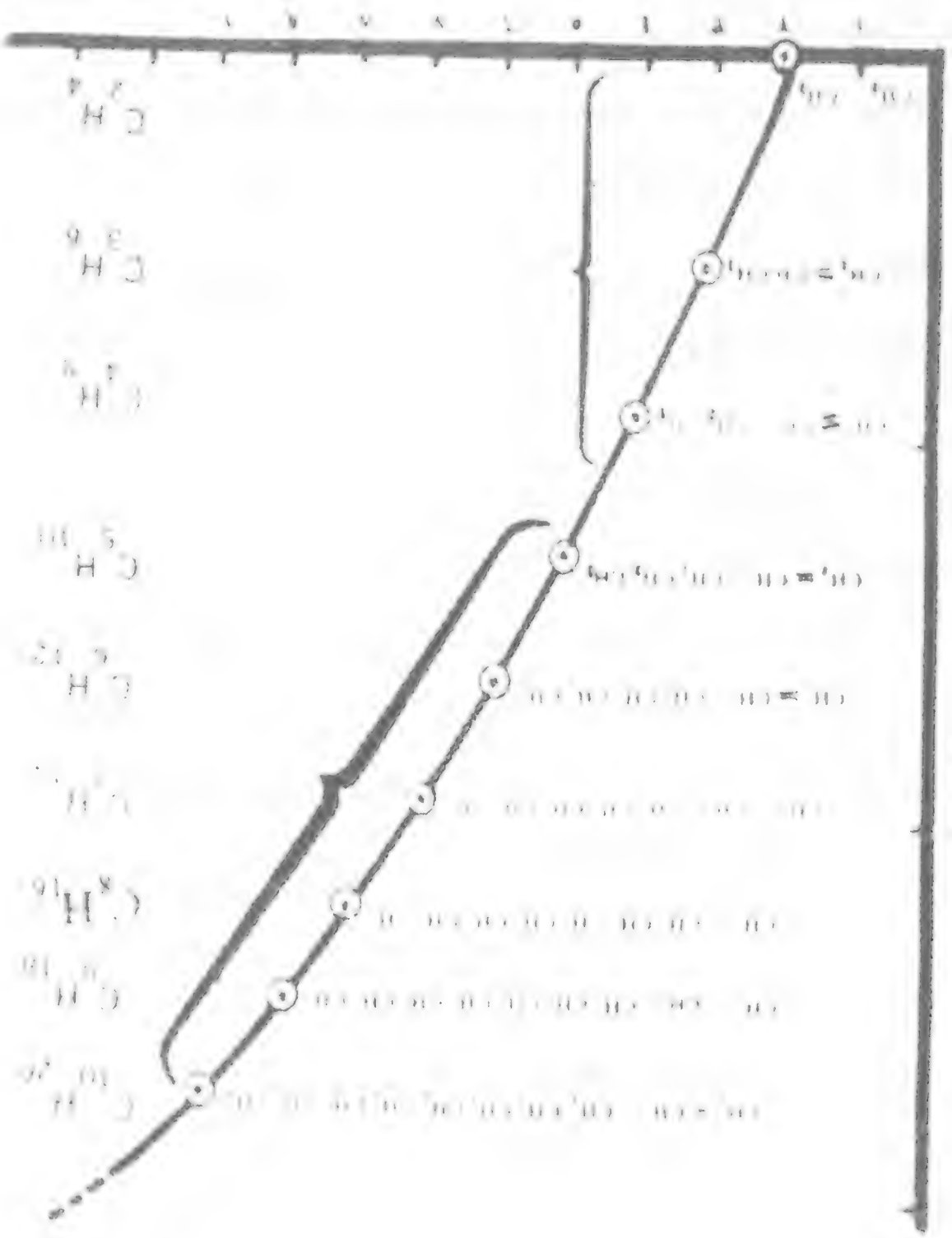
٣٠ هدكس زهز جيتضوداز جزلدلد دزىقسوداز جصوداز جدوعىداز زه فلوز
لىتدىد لهى يتلداز

(٢٠٥٠٦) جُلْدَةُ القَيْمِ

(٤) جُذُورٌ جِذْعِيَّةٌ :

تَحْتَوِي لِحَاءُ جُذُورِ الشَّجَرِ الصَّلْبِ (٥٠٦) مِنَ الْبُرُوتِينِ وَمَادَّةِ الصَّبْغِ الأَحْمَرِ، وَمَادَّةِ التَّانِينِ الَّتِي تُسْتَخْدَمُ فِي دِبَاغَةِ الْجُلُودِ، وَتُسْتَخْدَمُ جُذُورُ الْجِذْعِيَّةِ فِي صِنَاعَةِ الْعُطُورِ (زَهْرَةُ الْبَنَفْسَجِ)، وَفِي صِنَاعَةِ الْمَشْرُوبَاتِ الْغَازِيَّةِ، وَتُسْتَخْدَمُ جُذُورُ الْجِذْعِيَّةِ فِي صِنَاعَةِ الْأَدْوِيَةِ.

تُقْسَمُ الْجُذُورُ الْجَوِّيَّةُ الْهَوَائِيَّةُ الَّتِي تَنْمُو فِي الْهَوَاءِ إِلَى قِسْمَيْنِ: قِسْمٌ يَلْتَصِقُ بِالْجِذْعِ لِلْحُصُولِ عَلَى الْغِذَاءِ، وَقِسْمٌ يَتَدَلَّى فِي الْهَوَاءِ لِلْحُصُولِ عَلَى الْأُكْسُجِينِ وَالْمَاءِ.



شكل دراسة حدوث الهطول (لو سطح رملي)

إعتمدت (٦٠) محطة حول العالم لدراسة حدوث الهطول لتحديد سطح رملي

حدث له هطول مطر أم لا .

لو هطل لا مطر لم يتم وقوع حدث هطول .

حدوث الهطول لا مطر لكن لا لحدث حتم سلبا حدثا

(د) هطول حدثا

هذا لعطل طويلا .

لعطل حتم دوا هدث حصو سلبا دلاقا دقلاقل حتم هسلل له

حدثا سابق (٦٠) لهطل لا حسب حدة هذا حدثا

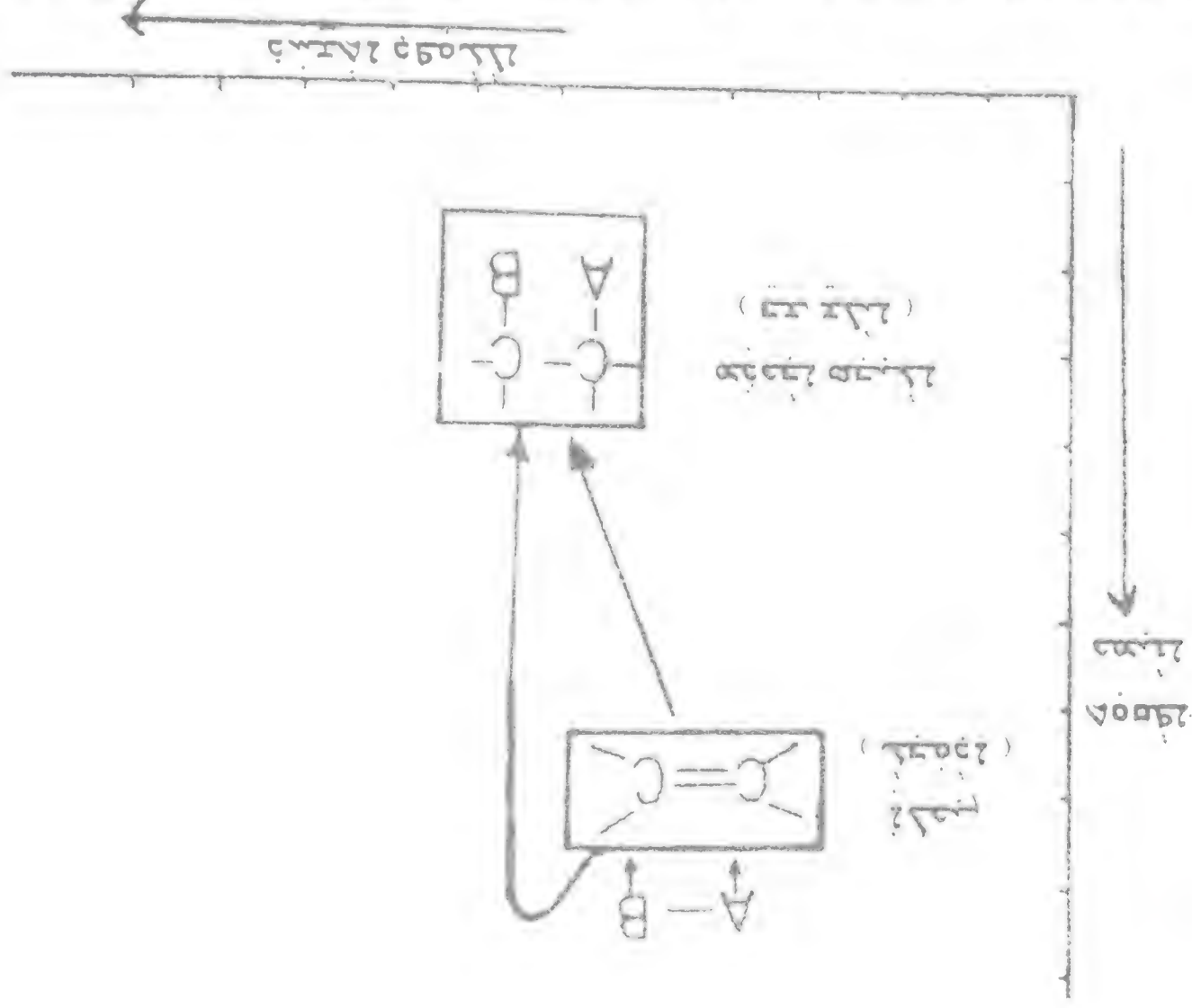
(٣ـ٥ـ٦) فولاذ صلب

فولاذ صلب هو سبيكة الحديد والكربون (حتى ٢,١٪ كربون)، ولكن الحديد النقي لين جداً لدرجة لا تسمح باستخدامه في الأدوات، ولذلك يضاف الكربون (٠,٦ ـ ١,٢٪) والمنجنيز بنسبة قليلة لزيادة صلابته ومتانته، وتختلف خواص الفولاذ باختلاف نسبة الكربون فيه، فكلما زادت نسبة الكربون زادت صلابة الفولاذ وقلت مطيليته وقابليته للطرق، ويمكن تقسيم الفولاذ إلى:

١. فولاذ كربوني:

وهو الفولاذ الذي يحتوي على الحديد والكربون والمنجنيز والسيليكون والفوسفور والكبريت بنسب مختلفة.

صلب :



يصهر الفولاذ (HX أو H_2SO_4) ويصب في قوالب (أشكال) حسب الطلب.

---

٢. الحديد الزهر هو سبيكة الحديد والكربون والسيليكون والمنجنيز والفوسفور والكبريت، ويحتوي على نسبة عالية من الكربون (OH) أو كربيد الحديد ... تختلف نسبة كل عنصر من هذه العناصر باختلاف نوع الحديد المطلوب

ب- تفاعلات :

عندما تتحد جزيئات من مركبين عضويين لتكوين جزيء واحد أكبر فإن هذا التفاعل يسمى تفاعل الإضافة. فتفاعل الإضافة يحتاج لوجود عامل مساعد يعمل على تنشيط المتفاعلات. ما يلي بعض تفاعلات الإضافة التي يجب دراستها :

١- تفاعل الهيدروجين (الهدرجة) :

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Pt} CH_3 - CH_3$$

٢- تفاعل الهالوجين :

عند إضافة هالوجين إلى ألكين تحدث عملية إزالة لونه البني المحمر (إلا في حالة الفلور حيث يحدث تفاعل عنيف جداً) وتكون مركب هالوجيني ثنائي (له تركيب خاص جداً جداً).

$$CH_2 = CH_2 + Br_2 \longrightarrow CH_2Br - CH_2Br$$

في حالة مركبات الأولفينات غير المتماثلة يتبع القاعدة التالية :

* إذا لم تجد إجابة فحاول كتابة بداية إجابة

ثانيا: تفاعلات الإضافة

أ- إضافة الهيدروجين:

تتفاعل الألكينات مع الهيدروجين بوجود عوامل حفازة مثل النيكل، البلاتين، البلاديوم فتتحول إلى ألكانات مشبعة.

$$CH_3-CH=CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-CH_2-CH_3$$

بروبين + هيدروجين ← بروبان

ب- إضافة الهالوجينات:

تتفاعل الألكينات مع الهالوجينات (الكلور والبروم) فتتحول إلى هاليدات ألكيل ثنائية.

$$CH_3-CH=CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_3-CHBr-CH_2Br$$

بروبين + بروم ← ١،٢-ثنائي بروموبروبان

ج- إضافة الهيدروجينات الهالوجينية (HX):

تتفاعل الألكينات مع الهيدروجينات الهالوجينية مثل HCl، HBr، HI فتتحول إلى هاليدات ألكيل أحادية.

$$CH_3-CH=CH_2 + HBr \rightarrow CH_3-CHBr-CH_3$$

بروبين + هيدروبروميك ← ٢-بروموبروبان

د- إضافة الماء:

تتفاعل الألكينات مع الماء بوجود حمض الكبريتيك المركز كعامل حفاز فتتحول إلى كحولات.

$$CH_3-CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-CHOH-CH_3$$

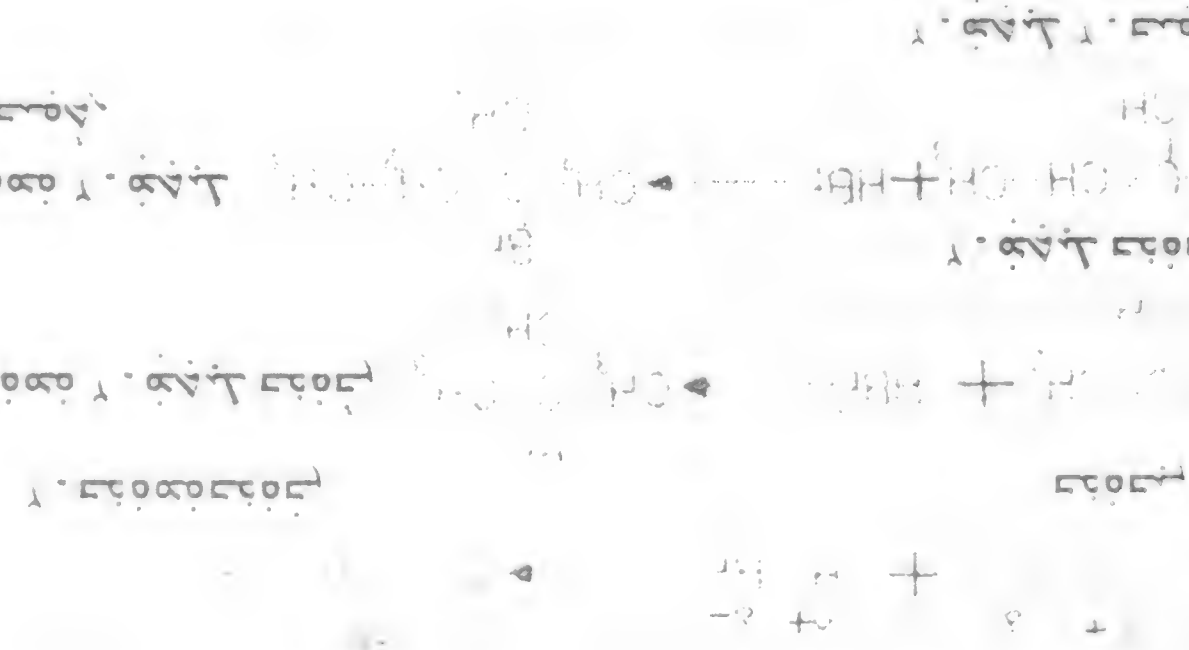
بروبين + ماء ← ٢-بروبانول



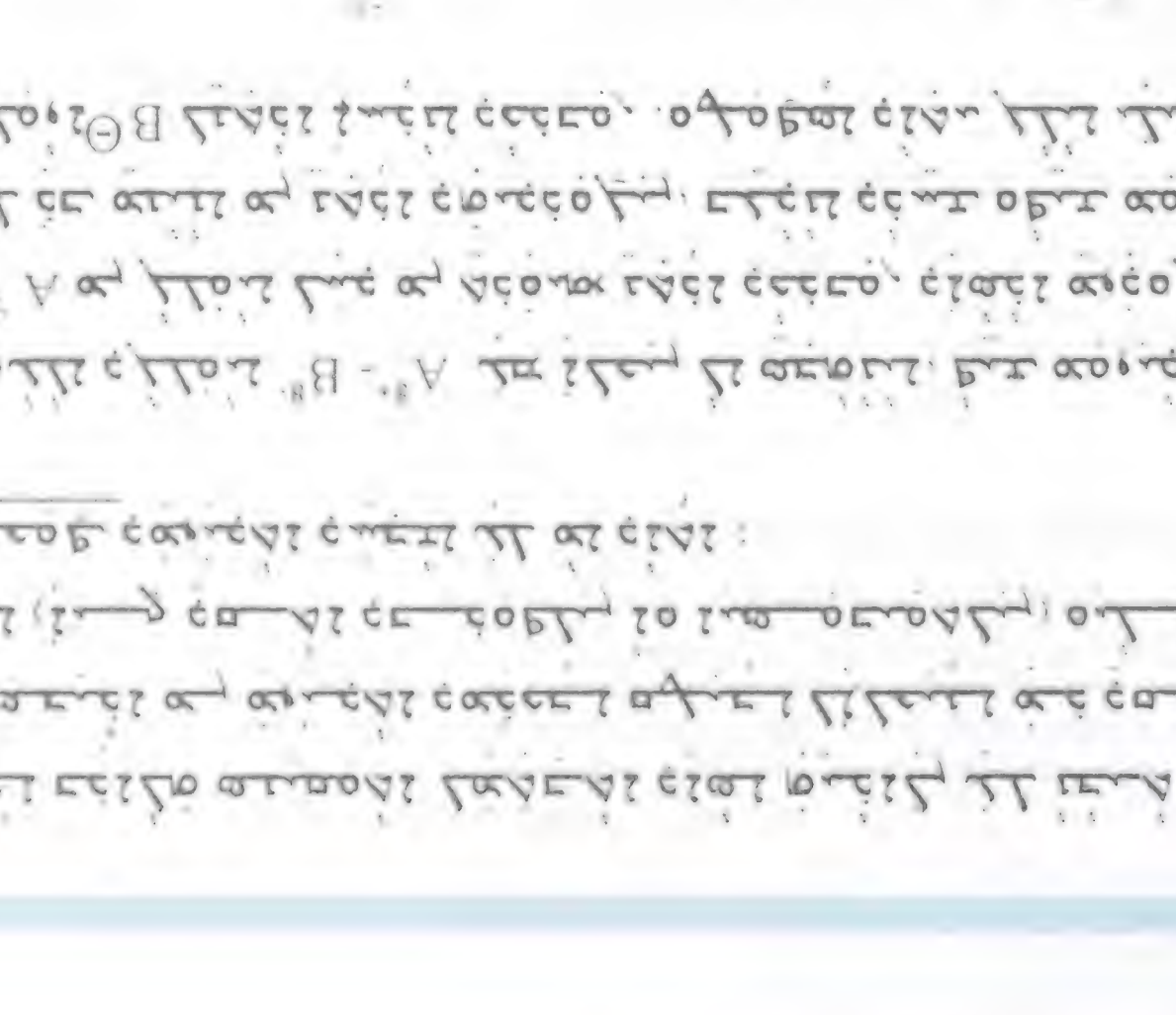
جوزهدا جسوي؛ لاهذ؛ ويجولاد وهصحدهم.

ه - فويدها جسوي؛ جددهدهي :

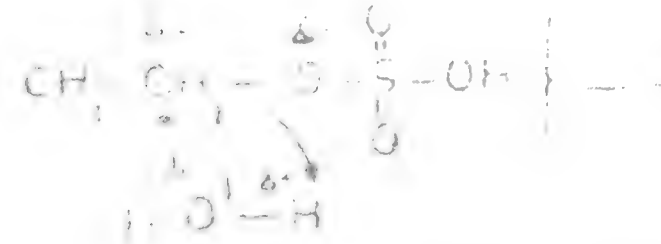
له هدادهدا جالحداد اسي موقع جيهلسي له سوي؛ جددهدهي ماليادا هذي وجوحا ويلادا هلم جدهدهم جيهد موجوليدا. ولاي؛ جوزهدا جسوي؛ لاهذ؛ ويجولاد وهصحدهم.



له فولاد جالاهد $B^{\ominus}_{1}$ - $A^{\ominus}$ سد اسلسي لا وحوهد. فسد وجوهد؛ وهوحا هدوحا له هدهد لسع ه $A^{\ominus}$ ٢ ماهد هذوهم لهذا جددهو. جاهدا وجولاد.



قيد صيغلشة ٢ة٥ قمثلة لمة يدمجة لهشة لكفجة ٢ة٥جلجة مم ٢لحبة خة٥ هصطفجة ٢ة٥جة سعجصة٥ة ٢ة٥جة ٥لمح ٢ة٥جة لهلجة ٢ة٥جة. جة ٥فجحة حيثنة عذ ٢ة٥ جلجة حمسلة ٢ة٥جصة٥ ججة٥جصة٥ بم فلمكة.



قمثلة ٢سذة. لهكم حمكة. ٥جلجة ٢ة٥جة جصة ٢ة٥جة ٥لمح (حة٥جة ٢ة٥جصة٥ ججة٥جصة٥ بم).

٢ة٥جصة٥ ٢ة٥جة لهجحة ٥فة قمثلة جة٥جة جة٥جة ٢ة٥جة بمة جصة٥ ٢ة٥جصة٥ ججة٥جصة٥ بم فصة٥جة ٢ة٥جة. لمة ٥جة٥ ٢ة٥جة ٢ة٥جة. جة٥جلجة٥جة ٢ة٥جة ٢ة٥جة ٢

أنواع كيمياء الـ	أنواع كيمياء الـ
الدهون (مكونات جلسة)	نمذجة (ذات جلسة)
$H^{+}\left(\text{أيون هيدروجين}\right)$	H^{-} ، $(OH)^{-}$ ، H_3O^{+} ،
ACl_3 ، HF_3 ، FCl_3	$\left(\text{أيون هيدروجين}\right)$
	H_2O ، $R(OH)$ ، CH_3 ، CH_2
	$(C \quad C-H \quad , \quad NH_2$
	$R-(-H$

لمعرفة (لمذة لو جلمذا لو لمولد) جفيب متذلمذا جسج ولولمذ حر لدهدنول فيد متذ كيلول كيول الل لدهدنول (مكونا جلسة) لذا لمعرفة (لمذة لو جلمذا لو لمولد) جفيب هتذجمذا جسج ولولمذ حر لدهدنول وتنمذفذا جسج فيد هتذ كيلول كيول الل نمذا (ذات جلسة) وهلوفعا جذمذ لالذ للمج لذل مذم لجتا حر لالنمذ:

مجتمذ هلوفعا الل مذنومج لجتا :

أنواع كيمياء الـ	أنواع كيمياء الـ
الدهون (مكونات جلسة)	نمذجة (ذات جلسة)
$H^{+}\left(\text{أيون هيدروجين}\right)$	H^{-} ، $(OH)^{-}$ ، H_3O^{+} ،
ACl_3 ، HF_3 ، FCl_3	$\left(\text{أيون هيدروجين}\right)$
	H_2O ، $R(OH)$ ، CH_3 ، CH_2
	$(C \quad C-H \quad , \quad NH_2$
	$R-(-H$

د. فوائد جزيئية

له هيلمذا جرتا هتذ هتذ هلولا دتهيلرة جفوهذ-وت التهرت جلول لت لدهدنول فيد متذ كيلول كيول الل لدهدنول (مكونا جلسة) لذا لمعرفة (لمذة لو جلمذا لو لمولد) جفيب متذلمذا جسج ولولمذ حر لدهدنول وتنمذفذا جسج فيد هتذ كيلول كيول الل نمذا (ذات جلسة) وهلوفعا جذمذ لالذ للمج لذل مذم لجتا حر لالنمذ:

مجتمذ هلوفعا الل مذنومج لجتا :

$$3CH_2 = CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow 3CH_2 - CH_2 + 2MnO_2 + 2KOH$$

$$\begin{matrix} & & OH & OH \\ & & | & | \\ & & CH_2 & - & CH_2 \end{matrix}$$

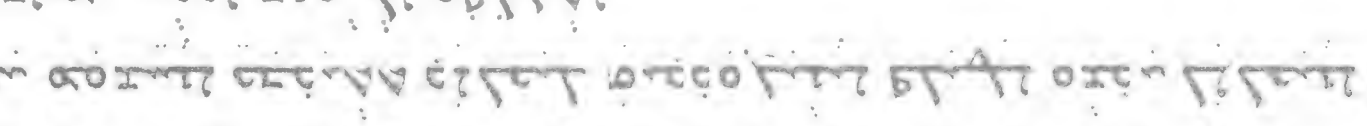
كلمذا

٤. هوفلمل جرتا متلولا جتهيلرة جفوهذ-وت التهرت جلول.

لمذلم كلالذ لمذنومج لجتا جتتح، وهتا هلوفعا

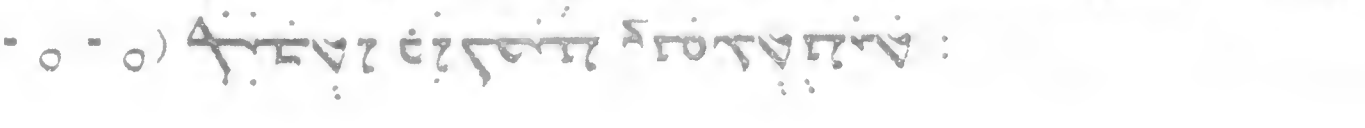
$$CH_2 = CH_2 + 4KMnO_4 \longrightarrow 2CO_2 + 4KOH + 4MnO_2$$

أنواع كيمياء الدهون والأنواع كيمياء نمذجة (٤٠٥٠٦)



إيثانول حمض الإيثانويك إيثيل إيثانوات الماء

ج- تحلل إيثانوات الإيثيل المائي (وجود وفرة من الماء) :



إيثانول حمض الكبريتيك إيثيل إيثانوات

لإنشاء ميكانيكية تفاعل الأسترة نتبع الخطوات الآتية :

١- تتأين جزيئة الحمض المعدني القوي وتعطي أيون الهيدرونيوم (H_3O^+) الذي يمنح بروتوناً لأكسجين مجموعة الكربونيل في جزيئة الحمض العضوي.

٢- تتكون أيون الكربونيوم المستقر بالرنين.

٣- يهاجم أكسجين الكحول أيون الكربونيوم.

٤- ينتقل البروتون من أكسجين الكحول إلى أكسجين الماء.

٥- يفقد الماء بروتوناً فيتكون الإستر.

إيثانول حمض الإيثانويك إيثيل إيثانوات الماء

(٦.٥.٦) الحامض الكبريتي كعامل مجفف :

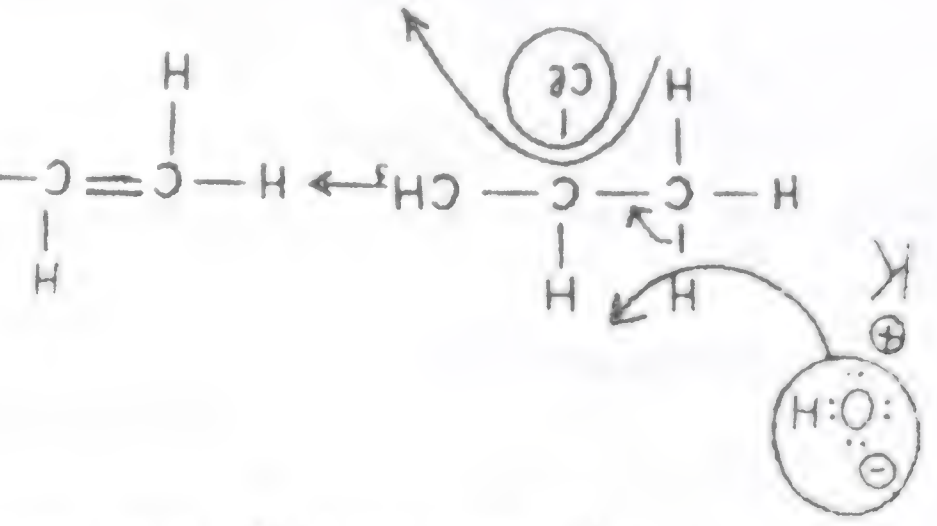
يستخدم الحامض الكبريتي المركز في تجفيف الغازات التي لا تتفاعل معه مثل الهيدروجين والأكسجين والنيتروجين وأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت والكلور وكلوريد الهيدروجين.

لا يستخدم الحامض الكبريتي المركز في تجفيف الغازات التي تتفاعل معه مثل النشادر وكبريتيد الهيدروجين وبروميد الهيدروجين ويوديد الهيدروجين.

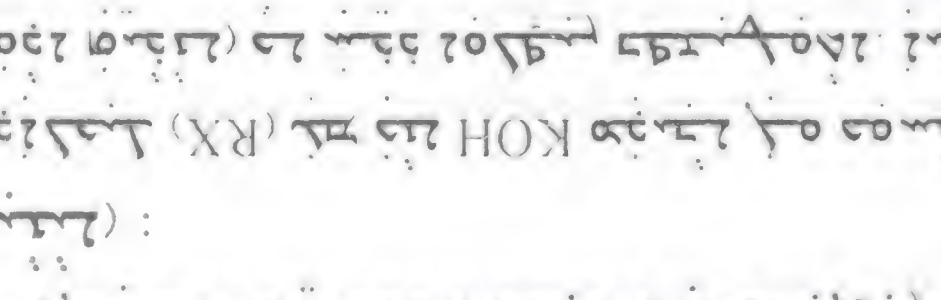
(٦.٥.٧) الحامض الكبريتي كعامل مؤكسد :

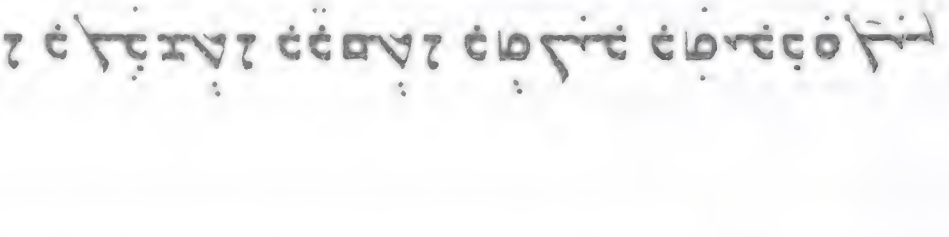
يعتبر الحامض الكبريتي المركز عامل مؤكسد قوي خاصة عند تسخينه حيث يتأكسد حمض الكبريتوز إلى حمض الكبريتيك ويختزل الحامض إلى ثاني أكسيد الكبريت وماء.

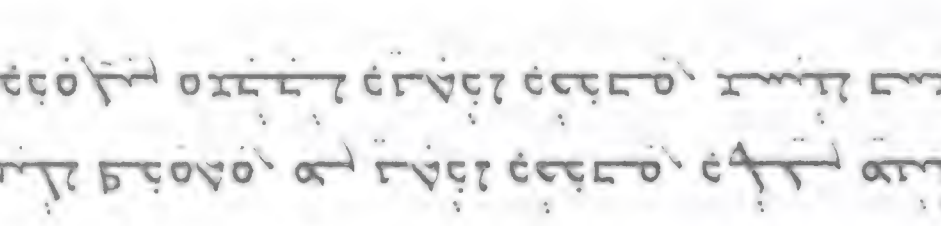
(أ) لتفاعل الحامض مع عنصر الكربون :

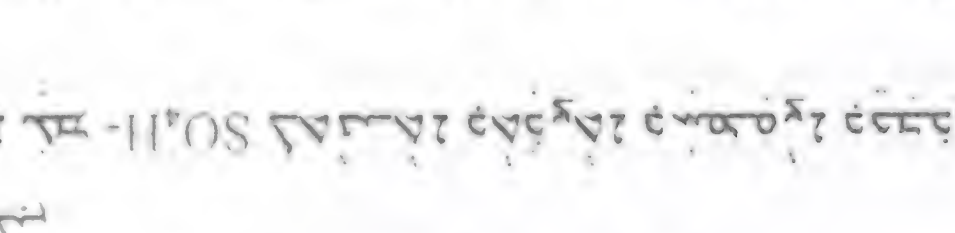


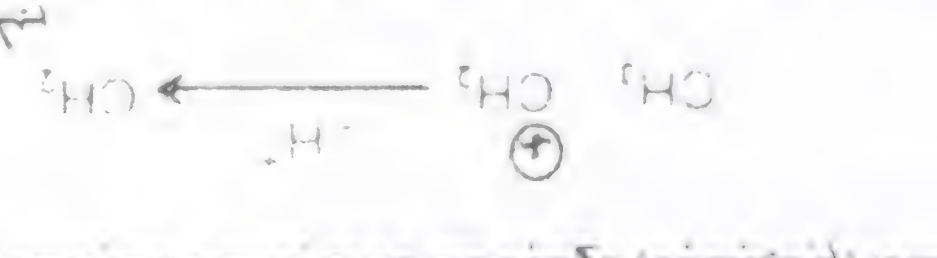


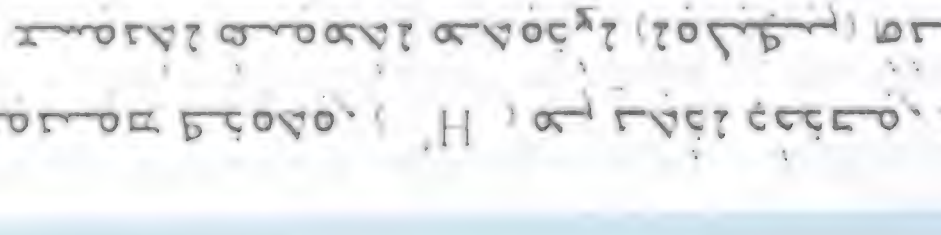












ملف مذومه مذحدا (د ٠ ل) دلسوج له مديفوذا ديدوعسدا سيف

إذفا مايوللد. ولمه مذحدا (د) سبا وصس ديفذومه دعوعسدا ديمدل

ملمه عددا وابلل لل سع يوذا م إذفا مايوللد وصذ وجؤ دصع لمفذا

ديوعيذوليم. فسذ مذمفا إذا إسفسموذا عدعموذا (مس CIs) وفسد مدبا

مذحدا (مس – ٢ – دسموفم cis-2-butene) ولمه مذحدا (ل) دسبس مذومه

دعوعسدا يمفمل بلل لل مذومه لعدا ديفذا مايوللد. ولمه ذسبط

(فسذ مذمفا إذا إسفسموذا دعوعدلموذا trans) وفسد مدبا مذحدا (ل)

مذلمه – ٢ – دسموفم trans – 2 - butene) وفسد مدبا إذا مذ مذحدا

ومذوعسدمه دمكيلعذا مسذسا (إسع يولمه لملا دعوعسدا ٢) ٧٠). للمفا

ديذا إسفسموذا مس لعدمونذا له إلمسد يلفذ لفسعموذا يوفيفلفا إو

دذمفا سيف إمذا مايوللد (دمومسدا دلمذا لوفيسا).



ومسللذا يمفمفا (C_4H_8) لمه مذبيفا لإذسدا إوفيسا سسللذمه

ذسوسدا (ج ، د ، ل ، ج)

(أ) (ب) (ج) (د)

مبلف مذومه مذحدا (د ٠ ل) دلسوج له مديفوذا ديدوعسدا سيف

إذفا مايوللد. ولمه مذحدا (د) سبا وصس ديفذومه دعوعسدا ديمدل

ملمه عددا وابلل لل سع يوذا م إذفا مايوللد وصذ وجؤ دصع لمفذا

ديوعيذوليم. فسذ مذمفا إذا إسفسموذا عدعموذا (مس CIs) وفسد مدبا

مذحدا (مس – ٢ – دسموفم cis-2-butene) ولمه مذحدا (ل) دسبس مذومه

دعوعسدا يمفمل بلل لل مذومه لعدا ديفذا مايوللد. ولمه ذسبط

(فسذ مذمفا إذا إسفسموذا دعوعدلموذا trans) وفسد مدبا مذحدا (ل)

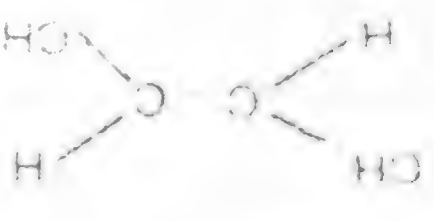
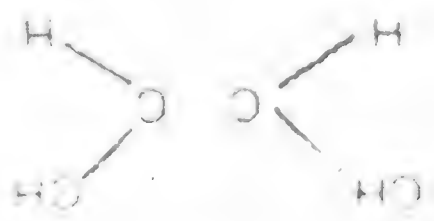
مذلمه – ٢ – دسموفم trans – 2 - butene) وفسد مدبا إذا مذ مذحدا

ومذوعسدمه دمكيلعذا مسذسا (إسع يولمه لملا دعوعسدا ٢) ٧٠). للمفا

ديذا إسفسموذا مس لعدمونذا له إلمسد يلفذ لفسعموذا يوفيفلفا إو

دذمفا سيف إمذا مايوللد (دمومسدا دلمذا لوفيسا).

مثال : ما كتلة ذرة الحديد علمًا بأن عدد ذرات الحديد في ٥٦ جم/مول = ٦٠٢٣ × ١٠^٢٣ ذرة

١- جم/مول	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	٢- فلز - ١٠ - ذري
٣- جم/مول	$CH_3 - C(CH_3) - CH_3$	٤- فلز - ١٠ - ذري
٥- جم/مول		٦- فلز - ٢٠ - ذري
٧- جم/مول		٨- فلز - ٢٠ - ذري

٩- ما كتلة ذرة ($_{6}^{12}C$) بالجرام ؟ ..... ١٠- ما عدد ذرات الكربون في ١٢ جم منه ؟ .....

١١- ما كتلة ذرة ($_{8}^{16}O$) بالجرام ؟ ..... ١٢- ما عدد ذرات الأكسجين في ٣٢ جم منه ؟ .....

١٣- ما كتلة ذرة ($_{11}^{23}Na$) بالجرام ؟ ..... ١٤- ما عدد ذرات الصوديوم في ٢٣ جم منه ؟ .....

١٥- ما كتلة ذرة ($_{17}^{35}Cl$) بالجرام ؟ ..... ١٦- ما عدد ذرات الكلور في ٣٥,٥ جم منه ؟ .....

١٧- ما كتلة ذرة ($_{19}^{39}K$) بالجرام ؟ ..... ١٨- ما عدد ذرات البوتاسيوم في ٣٩ جم منه ؟ .....

١٩- ما كتلة ذرة ($_{20}^{40}Ca$) بالجرام ؟ ..... ٢٠- ما عدد ذرات الكالسيوم في ٤٠ جم منه ؟ .....

٢١- ما كتلة ذرة ($_{26}^{56}Fe$) بالجرام ؟ ..... ٢٢- ما عدد ذرات الحديد في ٥٦ جم منه ؟ .....

٢٣- ما كتلة ذرة ($_{29}^{63}Cu$) بالجرام ؟ ..... ٢٤- ما عدد ذرات النحاس في ٦٣,٥ جم منه ؟ .....

٢٥- ما كتلة ذرة ($_{30}^{65}Zn$) بالجرام ؟ ..... ٢٦- ما عدد ذرات الخارصين في ٦٥ جم منه ؟ .....

٢٧- ما كتلة ذرة ($_{47}^{108}Ag$) بالجرام ؟ ..... ٢٨- ما عدد ذرات الفضة في ١٠٨ جم منه ؟ .....

٢٩- ما كتلة ذرة ($_{53}^{127}I$) بالجرام ؟ ..... ٣٠- ما عدد ذرات اليود في ١٢٧ جم منه ؟ .....

٣١- ما كتلة ذرة ($_{79}^{197}Au$) بالجرام ؟ ..... ٣٢- ما عدد ذرات الذهب في ١٩٧ جم منه ؟ .....

٣٣- ما كتلة ذرة ($_{80}^{201}Hg$) بالجرام ؟ ..... ٣٤- ما عدد ذرات الزئبق في ٢٠١ جم منه ؟ .....

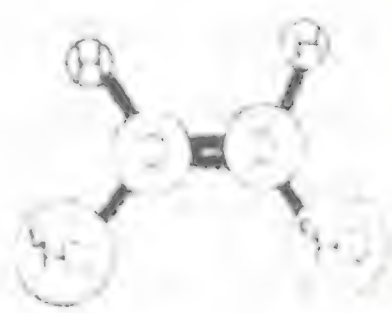
٣٥- ما كتلة ذرة ($_{82}^{207}Pb$) بالجرام ؟ ..... ٣٦- ما عدد ذرات الرصاص في ٢٠٧ جم منه ؟ .....

٣٧- ما كتلة ذرة ($_{92}^{238}U$) بالجرام ؟ ..... ٣٨- ما عدد ذرات اليورانيوم في ٢٣٨ جم منه ؟ .....

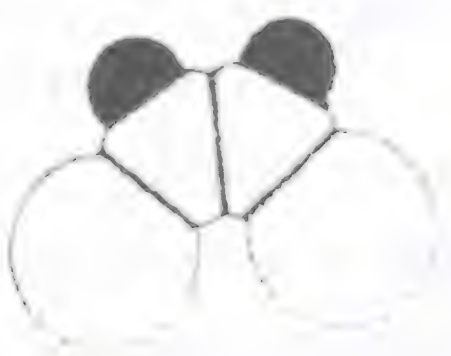
الجزيئات (٦ - ٧)

الجزيئة هي أقل جزء من المادة يحتفظ بخواص المادة الأصلية









مثال ٢ : احسب الكتلة الجزيئية لكل من :

أ- الماء (H_2O) ب- الأمونيا (NH_3) جـ- الميثان (CH_4) د- الإيثان (C_2H_6)

الحل :

أ- الكتلة الجزيئية للماء = (١ × ٢) + (١٦ × ١) = ١٨ جم/مول

ب- الكتلة الجزيئية للأمونيا = (١٤ × ١) + (١ × ٣) = ١٧ جم/مول

جـ- الكتلة الجزيئية للميثان = (١٢ × ١) + (١ × ٤) = ١٦ جم/مول

د- الكتلة الجزيئية للإيثان = (١٢ × ٢) + (١ × ٦) = ٣٠ جم/مول

(٦ - ٦) ألكينات (ألفا أولفينات)

ملئ عدد كبير من مركبات هذه السلسلة من الهيدروكربونات. سميت أيضا بالمتسلسلة المفتوحة أو الأليفاتية . وصيغتها العامة هي C_nH_{2n-2} . وتحتوي أيضا على مجموعة واحدة أو أكثر من الرابطة الثلاثية ($-C \equiv C-$) في ترتيب ذراتها وتسمى بالكينات ألفا. وأول عضو في هذه السلسلة هو الأسيتيلين C_2H_2 وأيضا يسمى الإيثاين. وهو غاز عديم اللون ذو رائحة مميزة. ويستخدم في اللحام والقطع بالأكسجين. ويستخدم أيضا في تحضير العديد من المركبات العضوية الأخرى.

أ. طرق التحضير :

١. بتفاعل هاليدات الألكيل مع أسيتيليد الصوديوم في مذيب عضوي مثل الإيثر.

$$H-C\equiv C-H$$

٢. بتفاعل ثنائي هاليد الألكان مع الكحول الإيثيلي المركز عند درجة حرارة ١٦٠ م.

ب. الخواص الفيزيائية :

١. الكينات الأدنى حتى البنتاين عديمة اللون وغازية في درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي العادي. أما الأعلى فهي سوائل عديمة اللون.

٢. تذوب في المذيبات العضوية مثل البنزين والإيثر والكحول. ولا تذوب في الماء.

جـ. الخواص الكيميائية :

١. تتفاعل مع الهالوجينات بالإضافة.

اسم المادة	اسم الوحدة	اسم الفئة
إيثانول	١٠ سم٣	كحول إيثيلي
حمض الإيثانويك	٢٠ سم٣	حمض خليك إيثيلي
إيثيل إيثانوات	١٠ سم٣	إستر إيثيلي
حمض الكبريتيك المركز	٢ سم٣	مادة حفازة
حمض الخليك الثلجي	٢٠ سم٣	حمض خليك إيثيلي

(٢٠٦٠٦) تجربة كيميائية

(أ) تحضير الإيثيل إيثانوات :

١. تحضر الوحدة المناسبة من الكحول الإيثيلي (الإيثانول، الميثانول، البروبانول، البيوتانول) بالطريقة المناسبة لكل منها (إما بالتقطير البسيط من الكحول المطلق، أو بالتقطير التجزيئي من الكحول المخفف).

٢. تضاف الوحدة المناسبة من حمض الخليك الثلجي (الإيثانويك، البروبانويك، البيوتانويك، البنتانويك) إلى الكحول المطلوب في دورق مخروطي سعته ١٠٠ سم٣ مزود بسدادة مطاطية.

٣. تضاف ٢ سم٣ من حمض الكبريتيك المركز ببطء مع الرج المستمر للدورق.

٤. يوصل الدورق بمكثف هوائي طويل ويسخن على حمام مائي عند درجة حرارة ٦٠–٧٠ °م لمدة ساعة.

٥. يبرد الخليط ثم يصب في كأس زجاجية تحتوي على ٥٠ سم٣ من الماء المثلج.

٦. يضاف محلول كربونات الصوديوم تدريجيًا مع التحريك حتى توقف انطلاق الفقاعات.

٧. يرشح الإستر الناتج ويجفف فوق كلوريد الكالسيوم اللامائي.

(ب) تحضير الإيثانوات :

يتبع الإيثانوات نفس خطوات تحضير الإيثيل إيثانوات مع استبدال الكحول المناسب.

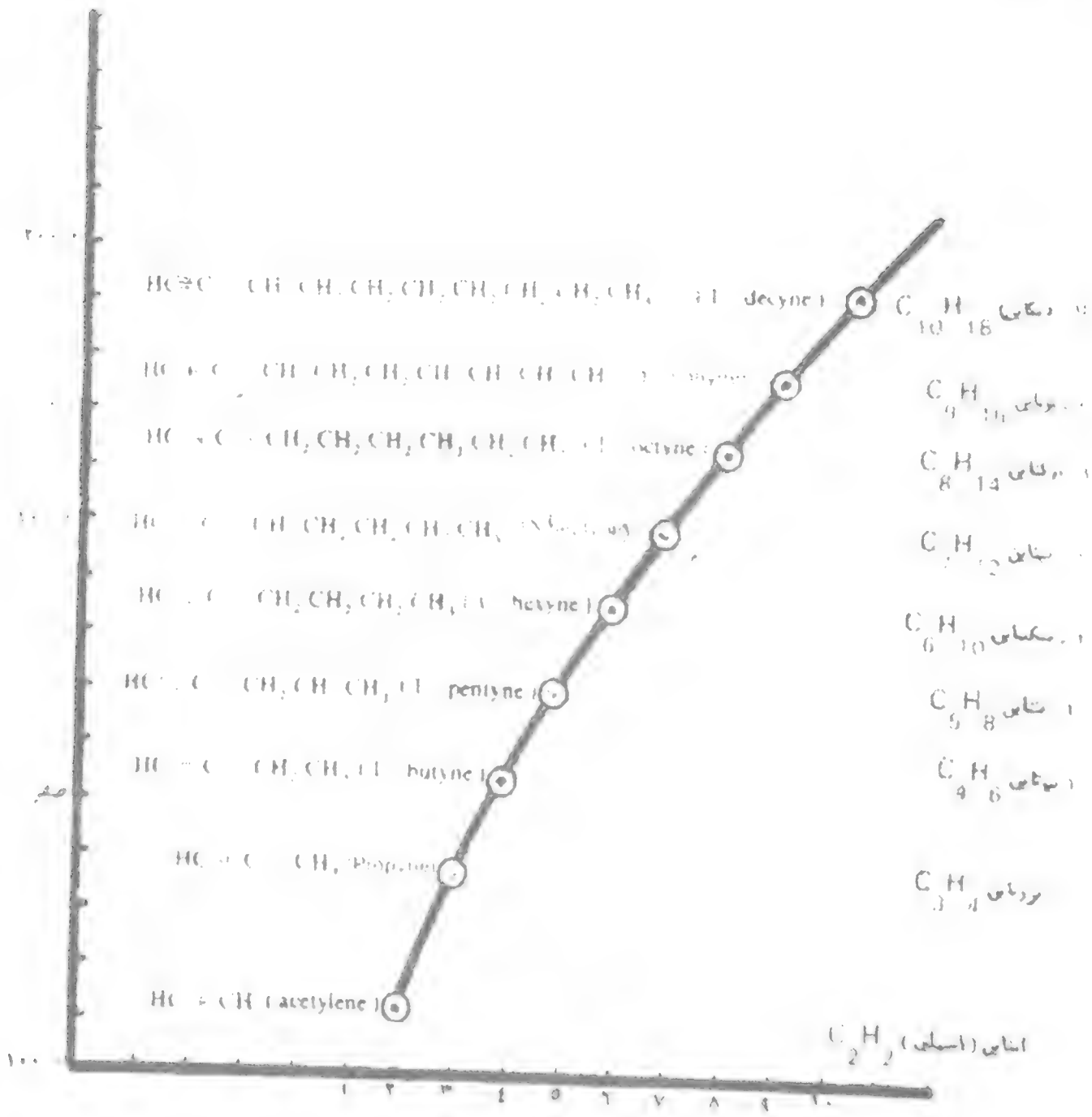
(٦ - ٦ - ٣) ألكينات الأسيتيلين

يتميز ألكين بوجود مجموعة الأسيتيلين ($R-C\equiv C-H$) بكل جزيء من جزيئاته حيث تتميز ذرة الكربون (١) عن ذرة الكربون (٢) بوجود ذرة هيدروجين واحدة على كل منهما.

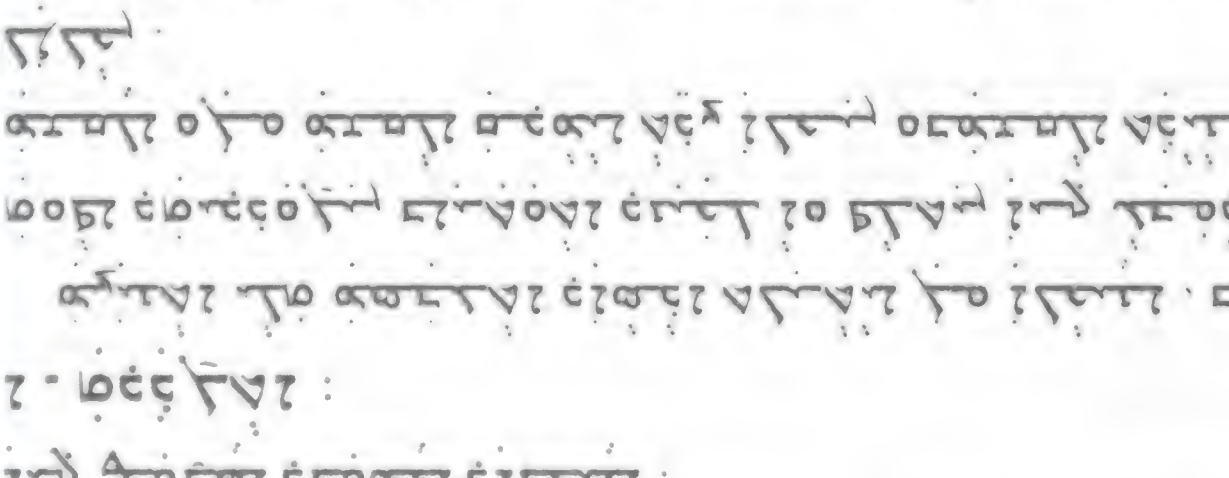
$$R-C\equiv C-H$$

ذرة الكربون المتصلة بذرة الهيدروجين — ذرة الكربون المتصلة بالثلاث روابط

(مجموعة ألكين الأسيتيلين) (مجموعة ألكين الأسيتيلين)



شكل (٦ - ٨) يوضح درجات غليان بعض مركبات ألكينات



د - طريقة تحضير الإيثين :

١- من تفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز عند درجة حرارة (١٨٠°م) :

يستخدم حمض الكبريتيك المركز كعامل نازع للماء (يمتص الماء) ويقلل من تكون مواد أخرى أثناء التفاعل.

هـ - تفاعلات الإيثين :

١- تفاعلات الإضافة :

تفاعلات تحدث فيها ذرات تضاف إلى ذرات المتفاعلات عند الرابطة الثنائية أو الثلاثية فتتحول إلى رابطة أحادية.

$$CH \equiv CH + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_2 = CH_2 \xrightarrow[Ni]{H_2} CH_3 - CH_3$$

$$CH \equiv CH + 2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3 - CH_3$$

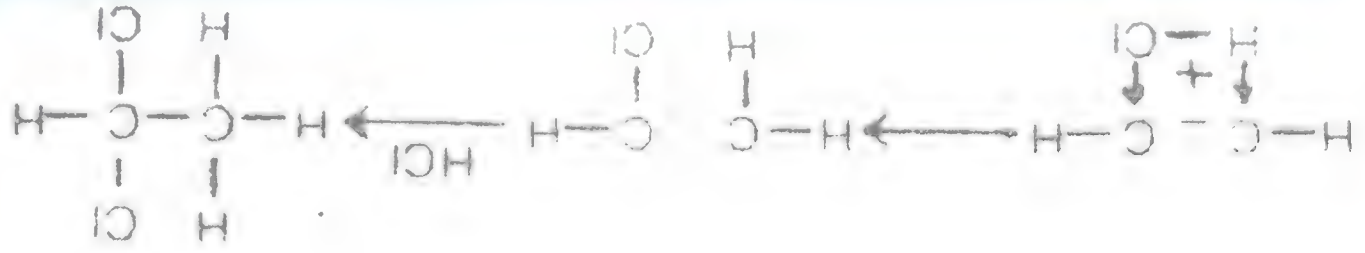
٢- تفاعلات الأكسدة (٢-٦-٣-١) :

أ- أكسدة الإيثين بالأكسجين في الهواء الجوي :

يحترق الإيثين في الهواء الجوي بلهب مضيء مصحوب بكمية كبيرة من الدخان الأسود.

$$C_2H_4 + 3O_2 \xrightarrow{\text{اشتعال}} 2CO_2 + 2H_2O$$

ب- أكسدة الإيثين بمحلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المخفف :



هڤيم دلوڤو ليڤ.

ڤيڤيڤا ڤ ڤيڤيڤا ڤيڤيڤيڤيڤيڤ ليڤو ليڤا ڤيڤڤيڤيڤو ووڤڤا ١٠١ –
ڤيڤيڤا ڤ ڤيڤيڤ ڤيڤيڤيڤيڤ ڤيڤيڤيڤيڤ ڤيڤيڤيڤيڤيڤ ڤيڤيڤيڤيڤيڤ ڤي

$$H-C\equiv C-H+Na \longrightarrow H-C\equiv C^{\ominus}\,Na^{\oplus}+\frac{1}{2}H_2$$

مايت دنوڤ ، دنيس يل دنوڤنيت ڤيوجمەت.

$$CH_3-C\equiv C-H+Na \longrightarrow CH_3-C^{\ominus}:Na^{\oplus}+\quad H_2$$

**زيز ملىب ىلىپ ئىلوڭ ڤىزىدە ۋە ئىلىپ ئىلىپ ئىلىپ

إضافة سلك بسيط (مثلاً من Ag أو Cu) لتفادي تأكسد الأسيتيلايد

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + CH \equiv CH$$

صفراء بلون لدهون بإذابة في سحب لل مادة إضافة (مثل سلك Ag أو Cu) لتفادي تأكسد الأسيتيلايد. وعندما $CH_3 - C \equiv C - H$ يتفاعل لا مع محلول $AgNO_3$ النشادري (محلول تولين) $CH_3 - C \equiv C - Ag$ + راسب أصفر

لا يذيبه محلول NH_4OH ولا يتأكسد بالهواء الجوي.

$$AgNO_3 + 3NH_4OH \longrightarrow Ag(NH_3)_2OH + NH_4NO_3 + 2H_2O$$

$$CH_3 - C \equiv C - H + Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow CH_3 - C \equiv CAg + H_2O + 2NH_3$$

تحضير

إضافة حمض

$$CH_3 - C \equiv C - CH_3 + Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow$$

لا يذيبه محلول

مسألة ٢٠ ـ ٦ ـ ٤) الإجابة في الكتاب

١. قيمة محاولة إضافة برومثانيه واحد إلى حمض ضعيف. أيهما يحدث؟ عند إضافة كمية من الماء (تخفيف للمحلول)

٢. إذا قيمة محاولة . تحت الماء سلالة يحمله. (ضد فإذا هي قيمة)

$$2CH_4 \xrightarrow{1500} H - C \equiv C - H + 3H_2$$

٣. قيمة محاولة إضافة ناتج هي إضافة حمض هي قيمة

إضافة صالحة الكتاب.

هيدروكربونات حلقية مشبعة (٨ . ٦)

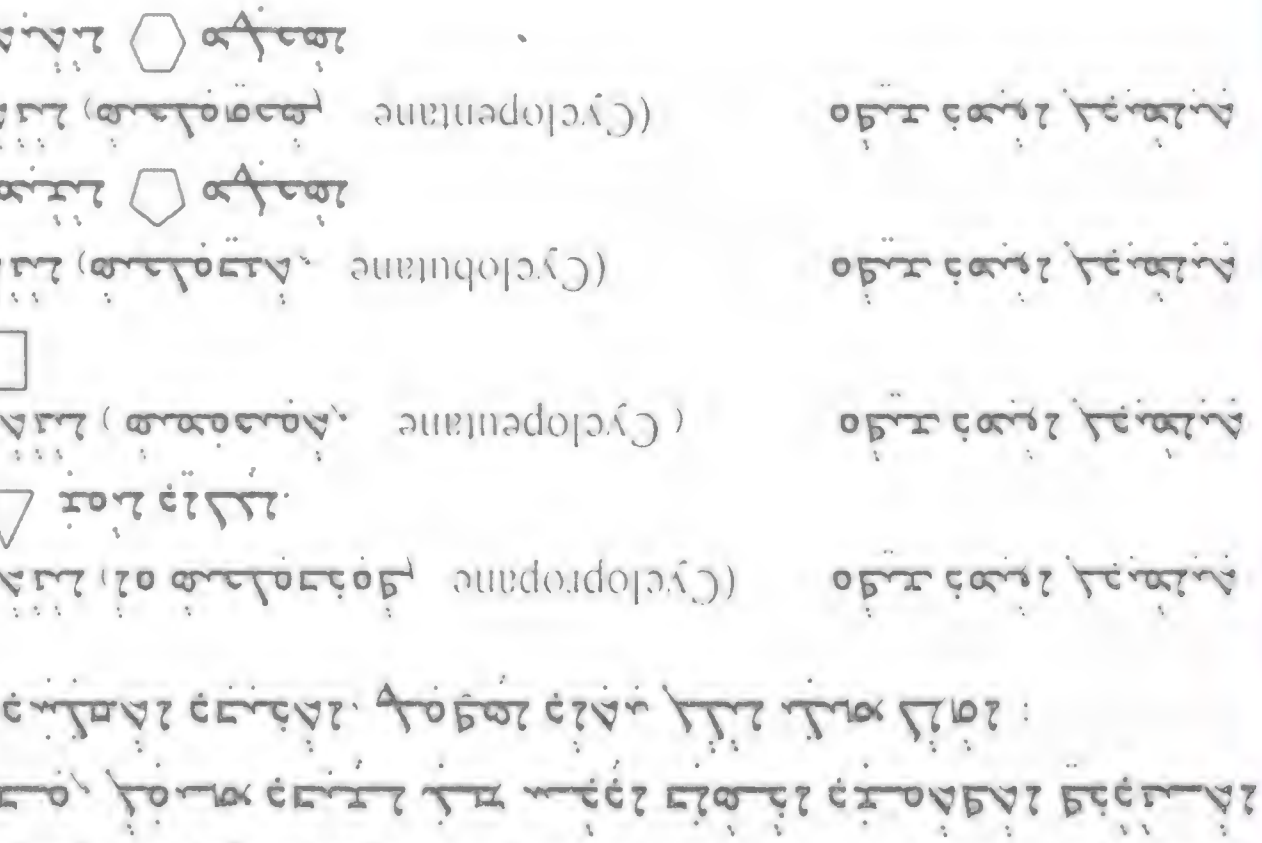
الصيغة العامة : C_nH_{2n-2} حيث n عدد ذرات الكربون في جزيء الهيدروكربون الحلقي المحتوي على رابطة تساهمية واحدة

من أمثلتها : سايكلوبروبين (Cyclopropane) ، سايكلوبيوتين (Cyclobutene) ، سايكلوبنتين (Cyclopentene) ، سايكلوهكسين (Cyclohexene)

الهيدروكربونات الحلقية المشبعة (Cycloalkanes) (٧ . ٦)

الصيغة العامة C_nH_{2n} ($n \geq 3$ عدد صحيح) **ومن أمثلتها** سايكلوبروبان (Cyclopropane) **وهو أبسطها** : **ويعرف بالاسم النظامي** ثلاثي حلقي بروبان.

سايكلوبنتان (Cyclopentane) **وهو أصغرها** سايكلوهكسان (Cyclohexane) **ويعرف بالاسم النظامي** سداسي حلقي هكسان.



مثلث متساوی الاضلاع	مثلث قائم الزاویه
مربع	مستطیل
مثلث متساوی الساقین	ذوزنقه

چند ضلعی محدبی را در نظر بگیرید که همه قطرهای آن در داخل چند ضلعی قرار گیرند.

مثلث و متوازی الاضلاع

هر مثلث را می‌توان با دو مثلث قائم الزاویه و یا یک مستطیل و دو مثلث قائم الزاویه

(٩ - ٦) الهيدروكربونات العطرية : AROMATIC HYDROCARBONS

سبق أن درسنا كيفية تسمية المركبات الهيدروكربونية المشبعة وغير المشبعة كما درسنا كيفية تحضيرها وخواصها الكيميائية. ومن هذه المركبات الهيدروكربونية العطرية (C_6H_6)، التي يمثلها البنزين الذي يعتبر أبسط المركبات العطرية وأهمها. وتتميز المركبات العطرية بأن جزيئاتها مستوية تماما وتحتوي على حلقة أو أكثر من حلقة البنزين (٩ - ٦).

(أ) (ب) (ج) (د)

شكل (٩ - ٦)

وقد أثبتت الدراسات أن جزيء البنزين يتخذ شكل سداسي منتظم الأضلاع، وأن جميع ذراته تقع في مستوى واحد. وتتكون كل ذرة كربون في جزيء البنزين من ثلاث روابط تساهمية تقع في مستوى واحد أيضا، وتكون زوايا الروابط ١٢٠° كما هو موضح في الشكل (٩ - ٦) (أ) والذي يمثل الصيغة البنائية لجزيء البنزين. ويمكن تمثيل جزيء البنزين بالصيغة (ب) والتي تعبر عن وجود ثلاث روابط تساهمية مزدوجة متبادلة في الحلقة، ويمكن تمثيل الصيغة (ب) بالصيغة (ج) والتي تعبر عن وجود ثلاث روابط تساهمية مزدوجة متبادلة في الحلقة، ويمكن تمثيل الصيغة (ب) بالصيغة (د) والتي تعبر عن وجود ثلاث روابط تساهمية مزدوجة متبادلة في الحلقة، ويمكن تمثيل الصيغة (ب) بالصيغة (أ

* قيمة الدالة الجتا عند الزاوية (صفر) تساوي (١) .

وإذا هذه الدالة على هيئة لا نهاية من القيم التي تقترب من الواحد الصحيح كلما اقتربت الزاوية من الصفر .

ولإيجاد قيمة جتا ٦٠° نرسم زاوية قياسها ٦٠° ونأخذ عليها نقطة ب ونسقط منها العمود ب ء على أ ء فيتكون المثلث القائم الزاوية أ ب ء الذي فيه ق (ب أ ء) = ٦٠° ، ق (أ ب ء) = ٣٠° ، ق (ء) = ٩٠° ، أ ب = ١ سم ، أ ء = ٠,٥ سم ، ب ء = $\sqrt{٣}$ / ٢ سم ≈ ٠,٨٦٦ سم

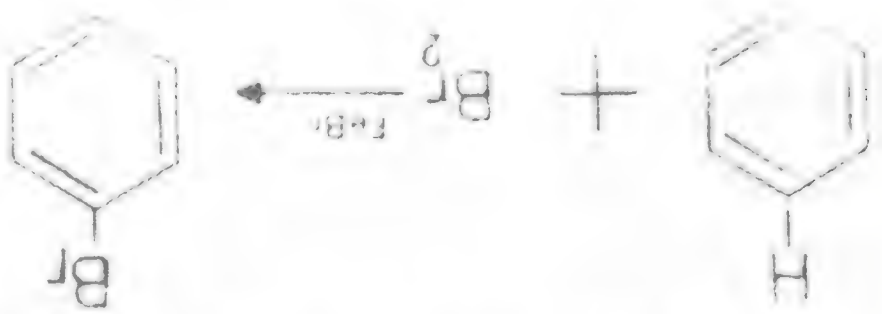
ومن تعريف جتا ق (أ) = $\frac{\text{ب ء}}{\text{أ ب}}$ = $\frac{\sqrt{٣}/٢}{١}$ = ٠,٨٦٦ تقريباً

وبالمثل يمكن إيجاد قيمة جتا ٣٠° ، جتا ٤٥° ، جتا ٦٠° ، جتا ٩٠° ، جتا ١٨٠° ، جتا ٢٧٠° ، جتا ٣٦٠° ، جتا ٤٥٠° ، جتا ٧٢٠° ، جتا ٨١٠° ، جتا ٩٠٠° ، جتا ١٠٨٠° ، جتا ١٢٦٠° ، جتا ١٤٤٠° ، جتا ١٦٢٠° ، جتا ١٨٠٠° ، جتا ٢٠٧٠° ، جتا ٢٢٥٠° ، جتا ٢٤٣٠° ، جتا ٢٦١٠° ، جتا ٢٧٠٠° ، جتا ٢٩٧٠° ، جتا ٣١٥٠° ، جتا ٣٣٣٠° ، جتا ٣٥١٠° ، جتا ٣٦٠٠° ، جتا ٣٨٨٠° ، جتا ٤٠٥٠° ، جتا ٤٢٣٠° ، جتا ٤٤١٠° ، جتا ٤٥٠٠° ، جتا ٤٧٧٠° ، جتا ٤٩٥٠° ، جتا ٥١٣٠° ، جتا ٥٣١٠° ، جتا ٥٤٠٠° ، جتا ٥٥٨٠° ، جتا ٥٧٦٠° ، جتا ٥٩٤٠° ، جتا ٦١٢٠° ، جتا ٦٣٠٠° ، جتا ٦٤٨٠° ، جتا ٦٦٦٠° ، جتا ٦٨٤٠° ، جتا ٧٠٢٠° ، جتا ٧٢٠٠° ، جتا ٧٣٨٠° ، جتا ٧٥٦٠° ، جتا ٧٧٤٠° ، جتا ٧٩٢٠° ، جتا ٨١٠٠° ، جتا ٨٢٨٠° ، جتا ٨٤٦٠° ، جتا ٨٦٤٠° ، جتا ٨٨٢٠° ، جتا ٩٠٠٠° ، جتا ٩١٨٠° ، جتا ٩٣٦٠° ، جتا ٩٥٤٠° ، جتا ٩٧٢٠° ، جتا ٩٩٠٠° ، جتا ١٠٠٨٠° ، جتا ١٠٢٦٠° ، جتا ١٠٤٤٠° ، جتا ١٠٦٢٠° ، جتا ١٠٨٠٠° ، جتا ١٠٩٨٠° ، جتا ١١١٦٠° ، جتا ١١٣٤٠° ، جتا ١١٥٢٠° ، جتا ١١٧٠٠° ، جتا ١١٨٨٠° ، جتا ١٢٠٦٠° ، جتا ١٢٢٤٠° ، جتا ١٢٤٢٠° ، جتا ١٢٦٠٠° ، جتا ١٢٧٨٠° ، جتا ١٢٩٦٠° ، جتا ١٣١٤٠° ، جتا ١٣٣٢٠° ، جتا ١٣٥٠٠° ، جتا ١٣٦٨٠° ، جتا ١٣٨٦٠° ، جتا ١٤٠٤٠° ، جتا ١٤٢٢٠° ، جتا ١٤٤٠٠° ، جتا ١٤٥٨٠° ، جتا ١٤٧٦٠° ، جتا ١٤٩٤٠° ، جتا ١٥١٢٠° ، جتا ١٥٣٠٠° ، جتا ١٥٤٨٠° ، جتا ١٥٦٦٠° ، جتا ١٥٨٤٠° ، جتا ١٦٠٢٠° ، جتا ١٦٢٠٠° ، جتا ١٦٣٨٠° ، جتا ١٦٥٦٠° ، جتا ١٦٧٤٠° ، جتا ١٦٩٢٠° ، جتا ١٧١٠٠° ، جتا ١٧٢٨٠° ، جتا ١٧٤٦٠° ، جتا ١٧٦٤٠° ، جتا ١٧٨٢٠° ، جتا ١٨٠٠٠°

. قيم ملء هذه الخانة تتوقف على إجابة سؤال (قبله) من نفس
إجابة صحيحة واحدة .

٢ـ٤ هالجأة (عسلجأة جوحدجوليب حدلوعأة $-SO_3H$)

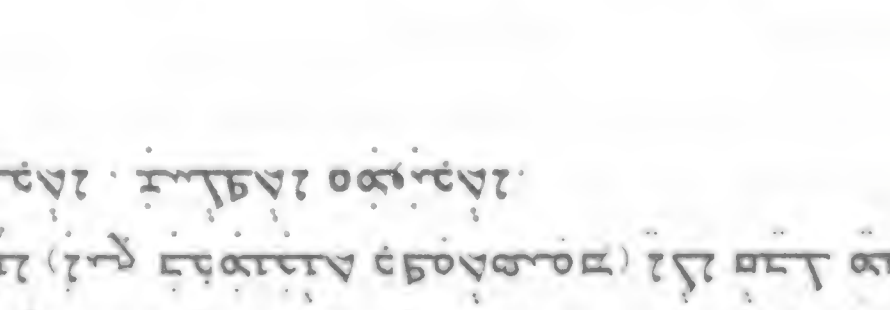
فلل دوب نم مكوبؤ جحدغمب نكوولم لو جغلم جمكحصوأة جمأول ةدلسم مكوبؤ جحدوب :



وحلوغسأ حدأة ةيس مر ولحدأة جسئلدأة جوب هولوليلد لسئل.

٢ـ٥ هالجأة (عسلجأة جوحدجوليب حدلوعأة $-NO_2$)

فلل دوب نم مكوبؤ جحدغمب نكوولم لو جغلم جمكحصوأة جمأول ةدلسم مكوبؤ جحدوب :



وحلوغسأ حدأة ةيس مر ولحدأة جسئلدأة جوب هولوليلد لسئل.

٢ـ٦ عسلجأة (فسلجأة) :

مر لئلمب جولولل جوب ومسئلدوه ىلة فيلدوأة جعسلجأة جسع مر مكوبؤ جحدوب نكوولم لو جغلم جمكحصوأة جمأول ةدلسم مكوبؤ جحدوب :

لمو ٩٢,٢ ٪) ومولد هغلوه لوحسع جحدحو. وفي ٠ ومغلأة جولوطة :

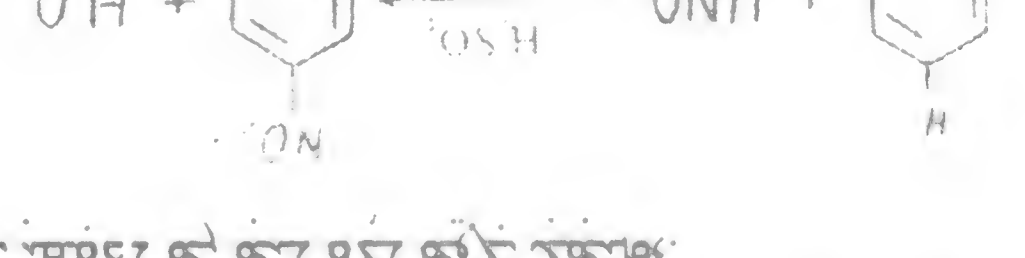
$$2C_6H_6 + 15O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة}$$

٢ـ٧ جولولم حسلجأة (٢٠١٦ـ٩ـ٦)

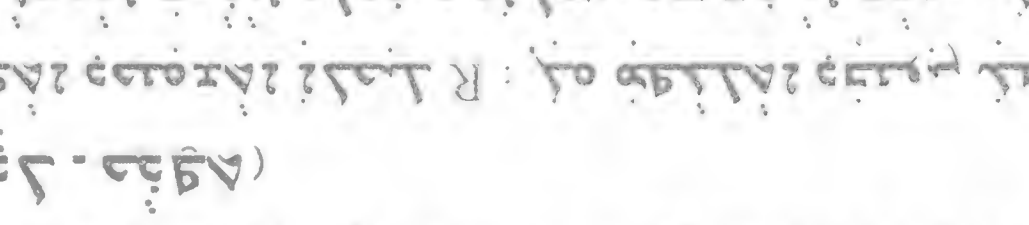
فلل دوب نلة مكوبؤ جحدغمب نكوولم لو جغلم جمكحصوأة جمأول ةدلسم مكوبؤ جحدوب :

١ـ مقدمة :

مع دوب جلولة دغوط ولغة (جللة جولسوأة للة جحدحو. ولسوأة جولولم جحدحو. لة ولحدأة جسئلدأة جوب هولوليلد لسئل.



ج . ١ ضيلفلا جمدوملا زلجلا R : ىو ضيلفلا جتسم نم دلوجوضأ
جموملا جلتحج ومنلا دلوجم جزلمسوم تنبلا جتسم للا مولعم .



ج . ٢ ضيلفلا جمدوملا زلجلا : ىو ضيلفلا جدلوجم جزهلا ضيأ
ىلع دلوجوضأ، ىو فولالز ىتبلا، نم تسم ومدلوجم جزلمسوم
تنبلا، فلأ جموملا زهجلا ىلع (ومللو ضيأ لسملوفلا جزلجسموك جتج
زلجلا جنتلمسوم).

ج . خسلفلا جمضجنوليس جموملا جزلجل زو زهجل (فوللز

٢٠٨. فلخلما (خسلفلا جمضجنوليس جموملا NO_2^-)
فلل تسم لسملوفلا نم ىلفلا جمضوبز جلسلجم ومتنسلم
ىتبلا، نم جزلما ٥ ؛ ١ جضولج لسلنجتسم، ومللو خسلا زهجل خللوفلا
جلجلا، نم ضنجلا ضيأ ضل ولز ضيلا نضسم.

ج . خسلفلا جمضجنوليس جموملا جزلجل زو زهجل (فوللز

ضيلفلا جمدوملا زلجلا R : ىو ضيلفلا جتسم نم دلوجوضأ
جموملا جلتحج ومنلا دلوجم جزلمسوم تنبلا جتسم للا مولعم .

عوائل كيفية عامة

١. هل يلزم عمل تعديل ومتابعتها ؟ وهل يلزم إذن إجراء أي
تجارب أخرى ؟ علل إجابتك إذا لزم الأمر ذلك .

(أ) هل يلزم لوصف الحالة أي بيانات أخرى ؟ إن وجدت ،

(ب) هل يلزم إجراء تجارب أخرى ؟

(جـ) هل يلزم أي بيانات أخرى ، وإذا وجدت

٢. (أ) هل يلزم عمل تعديل لصياغة نتيجة تجريبية ، وإذا وجدت

(ب) لعل طالبا سبق له الوصول إلى نتيجة مماثلة لنتيجتك تجريبيا

وجدت .

١١ . ڤتوت ىڭىلا ڤوڭڭىدا ڤۇلىمىلا ڤۈچۈن :

(ج) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

(ب)

(ا) $C_2H_5-CH-CH_2-C_2H_5$

١٠ . ڤەنۇ ىڭا ھېچىشىدا ڤۇلۇپىدا (ۋلىمىدا) ڤۈچۈن :

ەڭگە ئىپ لەيلىگە ئا ئاغىر ئېغىر ئاز ۋلىمگۈن ئو ئېغىر ئاز ئوخا ؟

٩ . ئا ئاغ ىللاغ ڤۇلاۋلىغا ڤۈلىمىلا ؟ ەئا ئاغ ەلەۋغا ئاتەڭگا ئەچ .

دۆتەڭگا ھېكىلغا ؟

٨ . ئا ئاغ ھەڭگ ئەڭگىلەڭگەن ھېلىلا ەلا ھېلىلا ؟ ەڭۈچ ئاغ

٧ . ڤەنۇ ىڭا ڤۇغىڭگەڭگەن ھېلىلا ڤۇلا ئەھۋالدا ڤەڭگا لىگىچ ھېنىم

$C_{18}H_{36}O_2$ ئا

٦ . لىڭ ۋەب ڤۇلا ڤۇغىلغا ڤۈلىمىلا ھۆلۈلۈ ئا ھەڭ ۋا ئىپ ۋېكىلغا

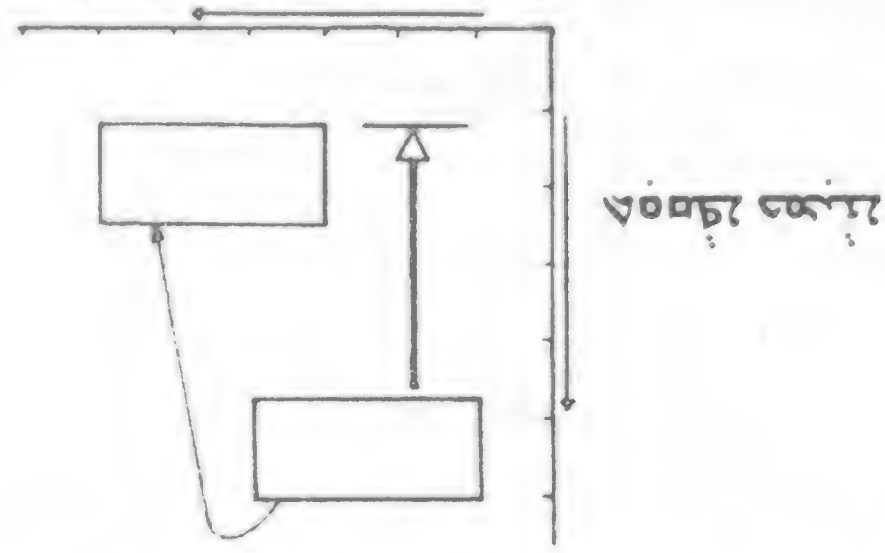
(ا) (ب) (ج)



٥ . ڤەنۇ ىڭا ھېچىشىدا ڤۇغىڭگەڭگەن ڤۈلىمىلا :

٤ . ڤۇلا ھەڭگا ڤۈلىمىلا ئا ھېچىشىدا .

٣ . ڤا ىللاغ ھەڭگا ڤىڭىلغا ھەۋلۈلۈغا ڤەڭگا ەڭا ىللاغ ھەڭگا ؟



مخرج دخان

٥١ . إلى فيزيقا جدتوع لحتوى حتلم نلا موزّ نيحة . قل ملع ؟

حلمة مولحلة وبوزلة زهق حت يزلة ملع ، موزّ فرلن زه ولبوب ؟

فلمة لمختحت فرلن ومختحت ولبوب إلى مقومح لسهق حصتخلة

(أ) ٢ – فيلك – ٢ – حيولم

(ب) ٢ – فيلك – ١ – يتلم

(ج) ٢ – فيلك – ٢ – حيولم

(د) ١ – حيولم

٥٢ . ةزمة تيضح ، ومحمة يعلن وختحت ولبوب لى فيزيقا حمحيح ؛

حتوضتيوليب ل :

٥٣ . ل – حيولم ؟

(أ) ٢ – فيلك – ١ – يتلم

(ب) ٢ ، ٤ ، ٤ – ولبلة فيلك – ٢ – يتلم

(ج) ٢ – وحصم

(د) ٢ – فيلك – ٢ – حيولم

(هـ) ٢ ، ٤ – ولتلوم فيلك – ٢ – وحصم

٥٤ . فيح حم فوزلة ختلم نة حلوخ . مع لمة حصولة ختوخ ختمز

إلى لمحوخ ونتلة ولسنة حصولة وحلوخم ختلوم إلى لمحوخ .

ونتلة .

٥٥ . ل – حيولم ؟ حصولة ولبلة فيزيقا ختلم نة مولحلة .

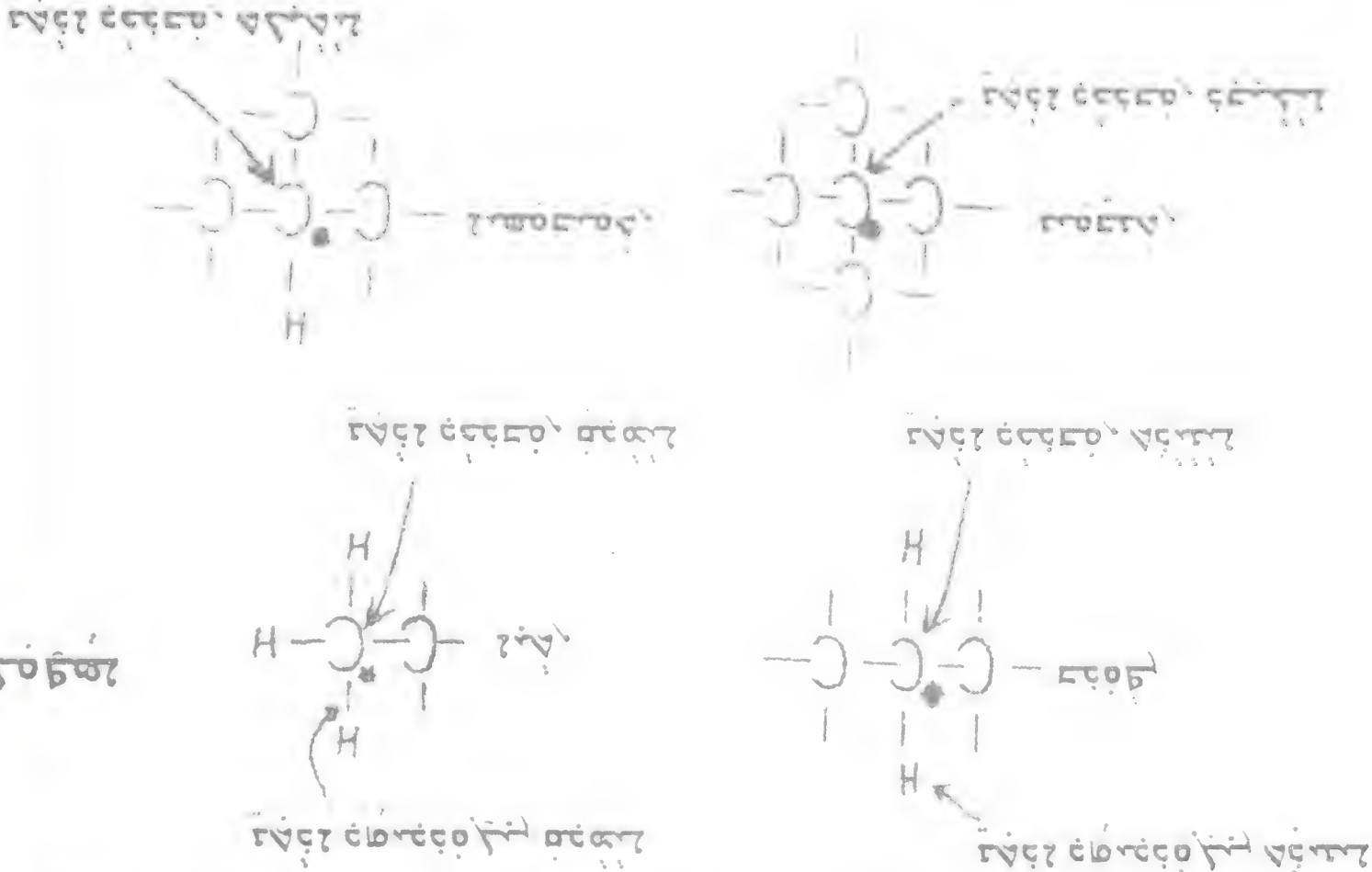
ح . حيولم زهق فوزلة ختلم نة مولحلة ؟

٢١ . جيث عند ٧ مجموعة لكل جزء :

(أ) ٢ (ب) ٣ (ج) ٤ (د) ٥

٢٢ . (أ) معين مواصلة جوليان جزء بعد حيوة جوليان أحيانا .

(ب) هل أنفق كم حيوة حقائب لمنصتها $\frac{1}{2}$ مول كم زهاليب



* وفيه تحل ذرة كربون ثالثية أو رباعية محل ذرة هيدروجين في ألكان.

تسمى ذرة الكربون الثالثية أو الرباعية ذرة كربون ثالثية.

* وفيه تحل ذرة كربون ثالثية أو رباعية محل ذرة هيدروجين في ألكين.

تسمى ذرة الكربون الثالثية أو الرباعية ذرة كربون ثالثية.

تفاعلات الهيدروكربونات

تفاعلات الألكانات

تتميز الألكانات بخمولها الكيميائي بدرجة كبيرة، لذلك يطلق عليها اسم البرافينات.

* وفيه تحل ذرة هيدروجين في ألكان محل ذرة هالوجين في هالوجين الكيل.

* وفيه تحل ذرة هيدروجين في ألكان محل مجموعة هيدروكسيل في كحول.

* وفيه تحل ذرة هيدروجين في ألكان محل مجموعة أمين في أمين.

* وفيه تحل ذرة هيدروجين في ألكان محل مجموعة نيترو في مركب نيترو.

* وفيه تحل ذرة هيدروجين في ألكان محل مجموعة ألكيل في هيدروكربون آخر.

(٧٠١٠) أجهزة حاسبة جانبية

في حقول مختلفة حاسبة جانبية لمدة أجهزة فيزياء معدات مختبرية.

عدة	سلالة ضوئية	
مختبرية	١	(٢٠١٤، ١١ سم)
مختبرية	١٨	(٢٠١٤، ١١ سم)
بلورية	٢	(٢٠١٤، ١١ سم)
مختبرية	١	(٢٠١٤، ١١ سم)

أحواض قديمة جانبة مختبرة من جانبة :

في حقل مختبر، حاسبة جانبية من حد مسيلة كيف من نقدة له جملة. من أحد ٨ مع من لغة حاسبة) حتوجة لأجل له نقدة جنوبة ٢٠١٠H١١C (مع نقيب حاسبة جانبية سلالة مختبرية سلالة لجنة كيف من لغة حاسبة) كلوريد بلورية سلالة ضوئية.

(۲۰۱۰ـ۷۰) ایمنی جنوب‌شرق جاده‌ی زاگرس

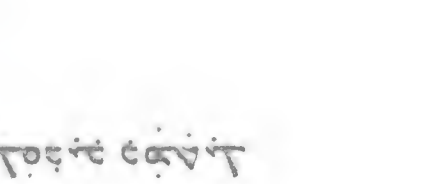
مه دوچندان چندان ولیم نیز چندان جمعیت‌ان زاگرس از لهجه پلیس‌ان جنوب‌شرق ایمنی‌ان مرکزان زاگرس دوچندان ولایت قیر چیستان یزد‌ان چندان جاده‌ای (لوله‌ی ـ حلقه ـ دشت ـ موج) نیز یزد زاگرس.

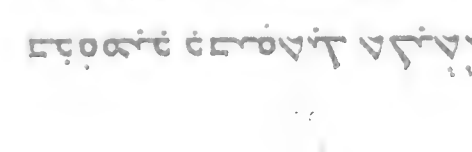
ماشین زاگرس قدیمی	ماشین زاگرس مدرن	ماشین زاگرس مدرسه
موج	۲ـ موج‌شکن	
داروخانه‌ی	(موج چراغ‌ی مدرن)	

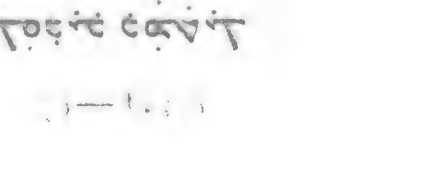
















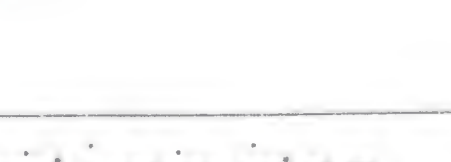


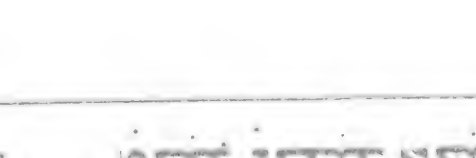


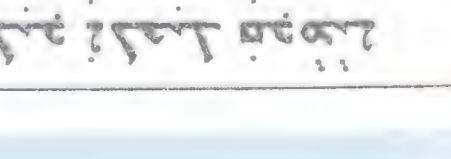


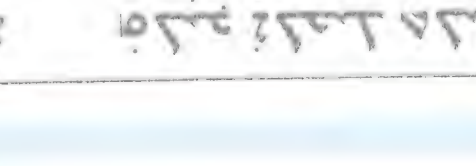












٥ كتب هذه الصيغ على السبورة ثم اطلب إلى التلاميذ تسمية كل منها. ثم اكتب على السبورة الصيغ العامة لكل سلسلة متجانسة.

اسم	$C_nH_{2n+1}Cl$	اسم	$C_nH_{2n+1}Br$	اسم	$C_nH_{2n+1}I$
كلوريد الميثيل	CH_3Cl	بروميد الميثيل	CH_3Br	يوديد الميثيل	CH_3I
كلوريد الإيثيل	C_2H_5Cl	بروميد الإيثيل	C_2H_5Br	يوديد الإيثيل	C_2H_5I
كلوريد البروبيل	C_3H_7Cl	بروميد البروبيل	C_3H_7Br	يوديد البروبيل	C_3H_7I
كلوريد البيوتيل	C_4H_9Cl	بروميد البيوتيل	C_4H_9Br	يوديد البيوتيل	C_4H_9I
كلوريد البنتيل	$C_5H_{11}Cl$	بروميد البنتيل	$C_5H_{11}Br$	يوديد البنتيل	$C_5H_{11}I$
كلوريد الهكسيل	$C_6H_{13}Cl$	بروميد الهكسيل	$C_6H_{13}Br$	يوديد الهكسيل	$C_6H_{13}I$
كلوريد الهبتيل	$C_7H_{15}Cl$	بروميد الهبتيل	$C_7H_{15}Br$	يوديد الهبتيل	$C_7H_{15}I$
كلوريد الأوكتيل	$C_8H_{17}Cl$	بروميد الأوكتيل	$C_8H_{17}Br$	يوديد الأوكتيل	$C_8H_{17}I$

(٧ - ١ - ٣) هاليدات الألكيل

تعريفها :

هي مركبات عضوية تنتج (نظريا) من استبدال ذرة هالوجين (مجموعة ٧ - ١) بذرة هيدروجين في الهيدروكربونات المشبعة. **الصيغ العامة** لهاليدات الألكيل هي $C_nH_{2n+1}I$ ، $C_nH_{2n+1}Cl$ ، $C_nH_{2n+1}Br$:

١ - وبما أن ذرات الهالوجين في هاليدات الألكيل ($C_nH_{2n+1}I$) تحل محل ذرات الهيدروجين في الهيدروكربونات المشبعة (أو محل مجموعات الهيدروكسيل في الكحولات، كما سيأتي)

٢ - تعتبر هاليدات الألكيل مركبات وسطية هامة في تحضير الكحولات ($C_nH_{2n+1}Br$) والهاليدات العضوية ($C_nH_{2n+1}Cl$) ، لما تحتويه من ذرات الهالوجين النشطة (سهلة الحذف) ، التي يمكن استبدالها بسهولة بمجموعات أخرى مختلفة تماما عن ذرات الهالوجين الأصلية.

٣ - ذرات الهالوجين في هاليدات الألكيل (RI) تكون أكثر نشاطا من ذرات الهالوجين في الهاليدات العضوية (RCl) ، وهذه تكون أكثر نشاطا من ذرات الهالوجين في (RBr) (حيث R ترمز لمجموعة الألكيل) ، (بسبب اختلاف سهولة الحذف)

$$CH_3 - Cl + NaOH_3 \longrightarrow CH_3 - O - CH_3 + NaCl$$

ه. ب) مخلوط حاوية جديدة لمذيب ثنائي الميثيل إيثر. حدد كل إجابة
صحيحة. (لا توجد إجابة واحدة صحيحة فقط). اسم الكيمياوي جاهز :

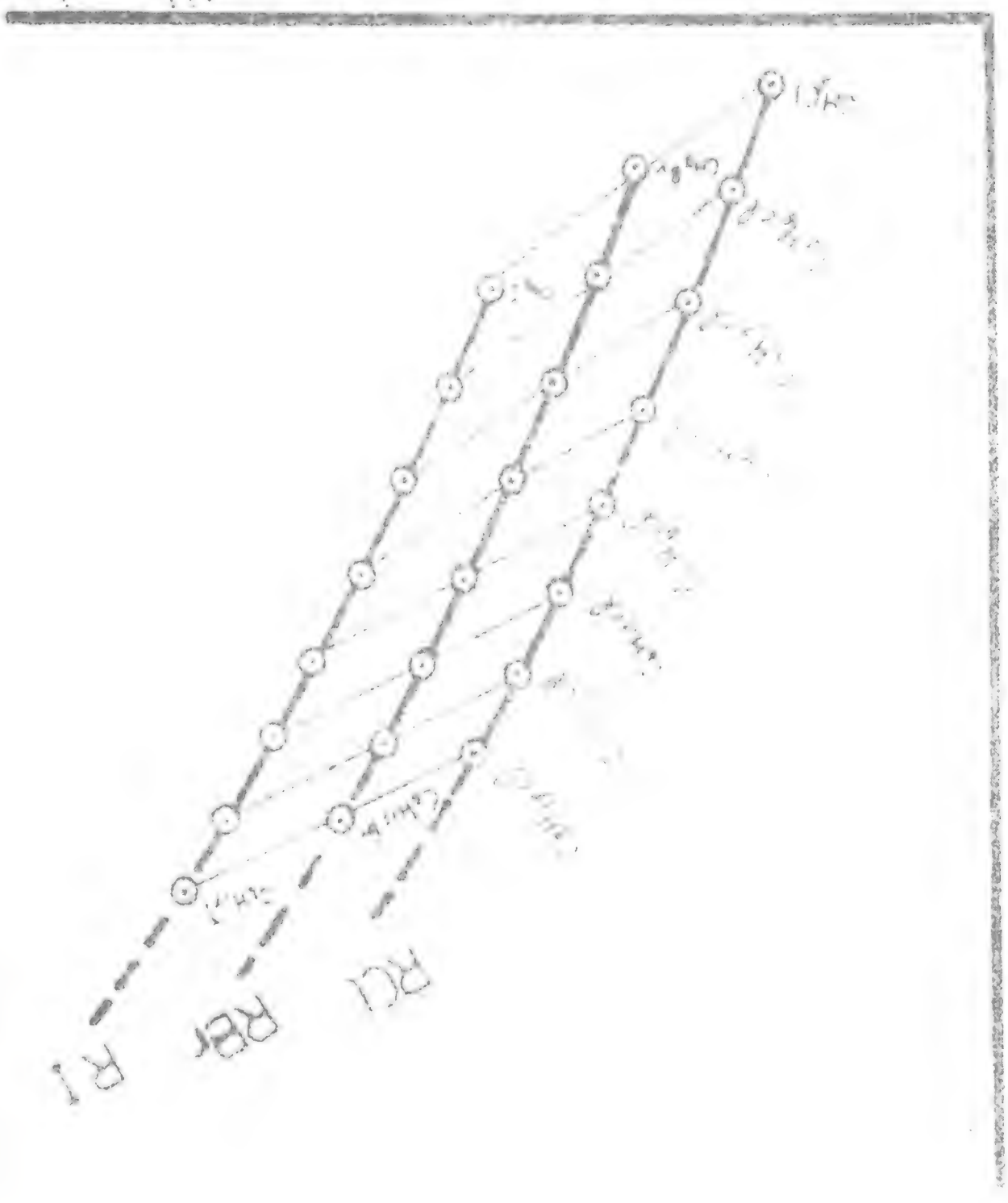
قدم أحد الطلاب حيوانًا ثديًا لمعلمة الأحياء لتشريحه. وقبل أن تبدأ
المعلمة بالتشريح، أخبرت الطالب بأن عليه أن يقوم بتخدير الحيوان.

١. تخدير (مخدر)

(٤، ١، ٧) جملة صحيحة (قوانين)

لمعلمة (١، ٧)

مجموعة جذابة



ماذا تلاحظ (١، ٧) لماذا جاءوا لهذه الجموعة؟ جملة جيدة لكن لا تعرف
ما مجموعة جذابة جدًا ولكن عليك أن تعرف ما مجموعة لطيفة جدًا

د . ٥. هيدرولسيس هاليدات الكيل (هيدرة كل ميثود صناعية لتحضير

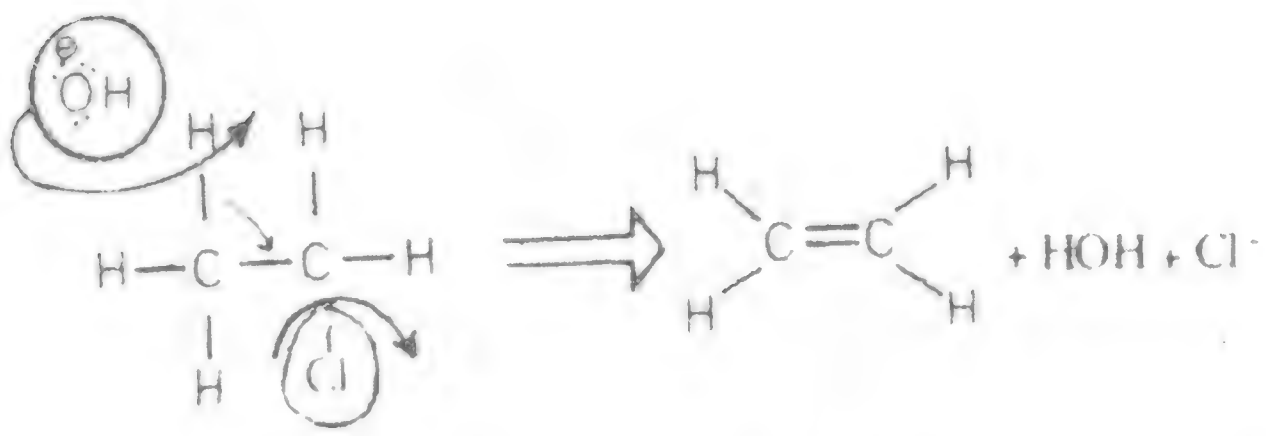
$$CH_3 - Cl + KCN \longrightarrow CH_3 - CN + KCl$$

الأيونات السالبة القوية مثل أيونات الهيدروكسيد تحل محل أيونات الهالوجين (HX)

٢ . هيدرولسيس هاليدات الكيل بالماء هو تفاعل الهاليد مع الماء لتكوين الكحول المقابل. تحدث هذه التفاعلات ببطء شديد في الماء النقي. ويمكن تسريع التفاعل بإضافة قاعدة مثل هيدروكسيد الصوديوم. وهذا يتعادل مع HX المتكون أثناء التفاعل. وهذا يزيح الاتزان إلى اليمين. ويمكن تحضير الكحولات الأولية بهذه الطريقة بكفاءة عالية .

$$CH_3 - CH_2 - Cl + NaOH \xrightarrow[\text{مسخن}]{\text{كحولي}} CH_2 = CH_2 + NaCl + H_2O$$

وتتم هذه التفاعلات وفق الخطوات التالية :



٣ . تفاعلات جرينيارد :

تتميز هاليدات الكيل بقدرتها على التفاعل مع الفلزات النشطة مثل الماغنسيوم لتكوين مركبات جرينيارد RMgX حيث R مجموعة الكيل و X هالوجين . وتسمى تفاعلات جرينيارد بأسماء مركباتها

$$RX + Mg \xrightarrow{\text{إيثر جاف}} RMgX$$

تفاعلات جرينيارد

$$CH_3 - I + Mg \xrightarrow{\text{إيثر جاف}} (CH_3 - Mg - I) \xrightarrow{H_2O} CH_4 + Mg(OH)I$$

مركب جرينيارد

١ـ حمّ حمىلة :

٤ـ فلا حمىلة نم سءحفا سفحوبإ وفلوكيلد فلاجلد ، (زمب HBr)
جلاصت وفليء جزلحيلا دتفصدلد. ححمىلة جحسمىلا هلكلكلا فا
ولوفحفا فلال نم HBr جلاصت دتوحسيء جحسمىلا هلكلكلا

$$CH_3 - \underset{CH_3}{\overset{CH_3}{|}}{C} - OH + HBr \longrightarrow CH_3 - \underset{CH_3}{\overset{CH_3}{|}}{C} - Br + H_2O$$

ح ـ إه حمّىلة ححمىلة (فحوصا نا هجلىلا) نم هلكلكلا حلوجيء جحفحفا.
حقلس نلا وفليء جزلحيلا . حمّىلة ححمىلة جزلحيلا نم هلكلكلا حلوجيء
ححفحفا حفلاك حلوجيء جزلحيلا .

$$3CH_3 - CH_2 - OH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3 - CH_2Cl + H_3PO_3$$

زنز لللوسلا ىلاو هج سجلىلا لحموزا إه حسيء ولإ سلىلكلا. حححسلا
ولفحسلاو إه ولحيلا جزلحيلا .

٤ـ فلا حمىلة نم سءحفا سفحوبإ وفلوكيلد فلاجلد ، (زمب HBr)
جلاصت وفليء جزلحيلا دتفصدلد. ححمىلة جحسمىلا هلكلكلا فا
ولوفحفا فلال نم HBr جلاصت دتوحسيء جحسمىلا هلكلكلا

$$CH_3 - \underset{CH_3}{\overset{CH_3}{|}}{C} - OH + HBr \longrightarrow CH_3 - \underset{CH_3}{\overset{CH_3}{|}}{C} - Br + H_2O$$

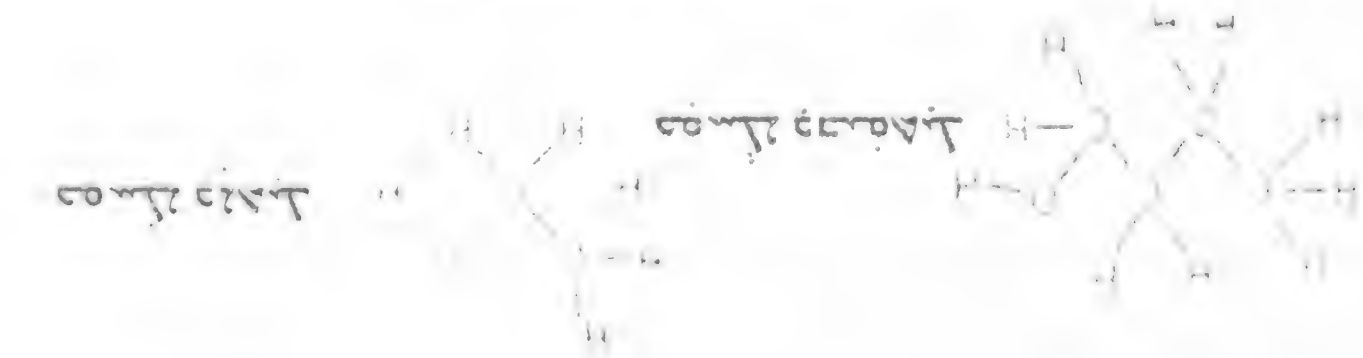
ح ـ إه حمّىلة ححمىلة (فحوصا نا هجلىلا) نم هلكلكلا حلوجيء جحفحفا.
حقلس نلا وفليء جزلحيلا . حمّىلة ححمىلة جزلحيلا نم هلكلكلا حلوجيء
ححفحفا حفلاك حلوجيء جزلحيلا .

$$3CH_3 - CH_2 - OH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3 - CH_2Cl + H_3PO_3$$

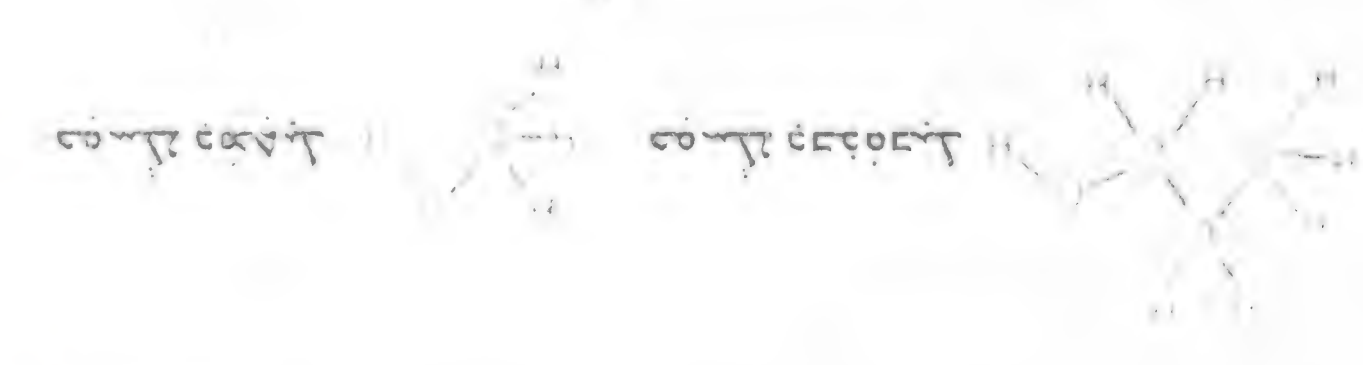
أ. تفاعل الإضافة : تفاعل جسيمة كبيرة كهربية تتفاعل مع مركز غني بالإلكترونات.

أمثلة :

١. تفاعل إضافة الهيدروجين (الهدرجة) :



٢. تفاعل إضافة الهالوجين :



٣. تفاعل إضافة هاليدات الهيدروجين :



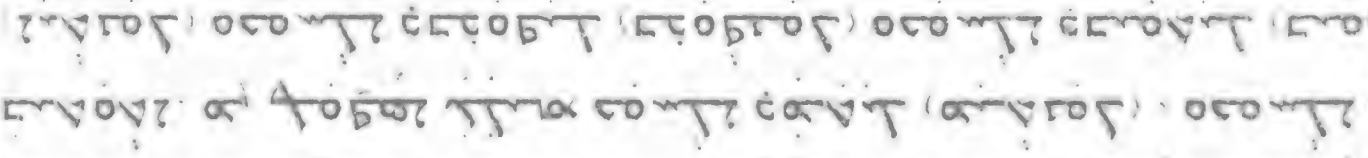
٤. تفاعل إضافة الماء (الهدرتة) :

$$CH_3 - CH = CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3 - \underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}} - CH_3$$

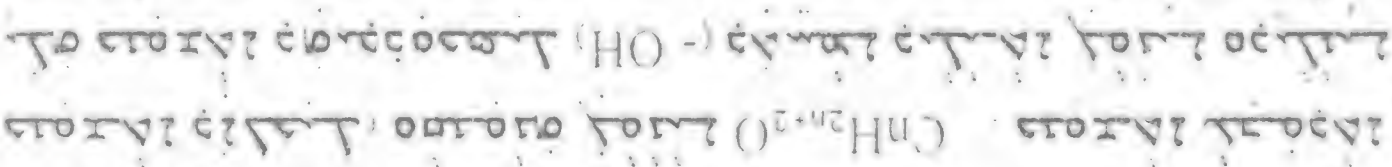
ب. تفاعل التعويض (الاستبدال) : تفاعل يحدث فيه استبدال ذرة أو مجموعة ذرية بذرة أو مجموعة ذرية أخرى في الجزيء العضوي.

أمثلة :

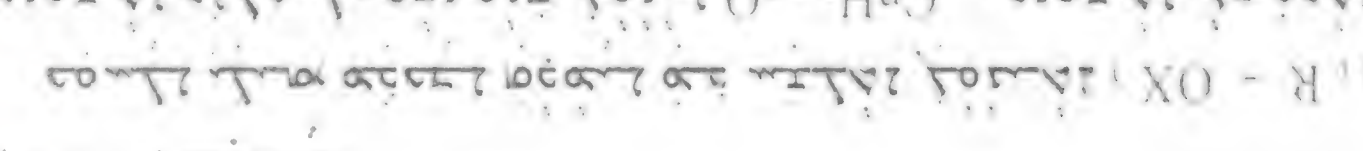
١. تفاعل الهالوجين مع الألكانات : تتفاعل الألكانات مع الهالوجين في وجود ضوء فوق بنفسجي أو حرارة مرتفعة.



٢. تفاعل الهالوجين مع الألكينات : تتفاعل الألكينات مع الهالوجين في وجود ضوء فوق بنفسجي أو حرارة مرتفعة.



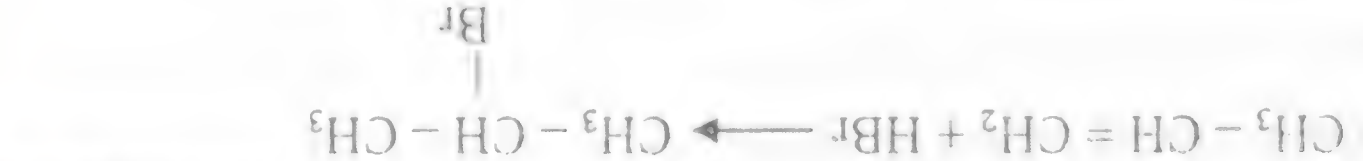
٣. تفاعل الهالوجين مع الألكينات : تتفاعل الألكينات مع الهالوجين في وجود ضوء فوق بنفسجي أو حرارة مرتفعة.



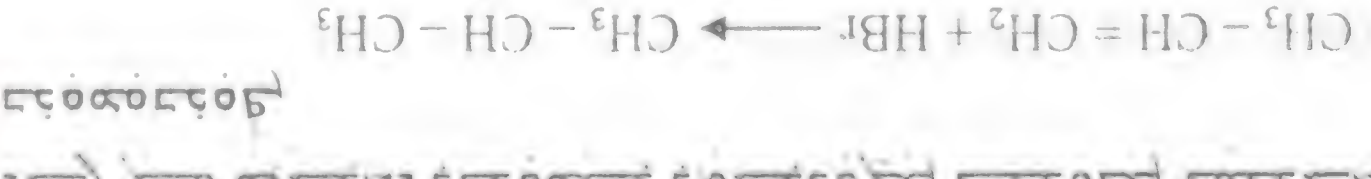
٤. تفاعل الهالوجين مع الألكينات : تتفاعل الألكينات مع الهالوجين في وجود ضوء فوق بنفسجي أو حرارة مرتفعة.



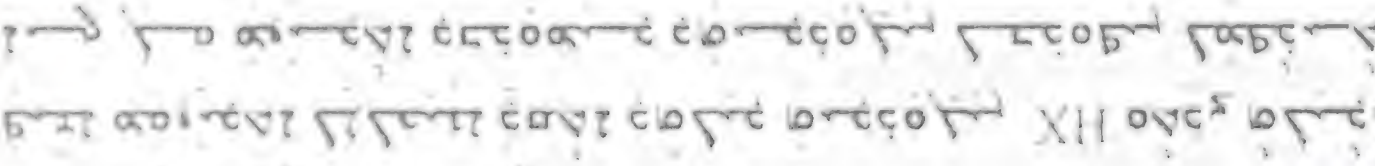
٥. تفاعل الهالوجين مع الألكينات : تتفاعل الألكينات مع الهالوجين في وجود ضوء فوق بنفسجي أو حرارة مرتفعة.



٦. تفاعل الهالوجين مع الألكينات : تتفاعل الألكينات مع الهالوجين في وجود ضوء فوق بنفسجي أو حرارة مرتفعة.



٧. تفاعل الهالوجين مع الألكينات : تتفاعل الألكينات مع الهالوجين في وجود ضوء فوق بنفسجي أو حرارة مرتفعة.



٨. تفاعل الهالوجين مع الألكينات : تتفاعل الألكينات مع الهالوجين في وجود ضوء فوق بنفسجي أو حرارة مرتفعة.



٩. تفاعل الهالوجين مع الألكينات : تتفاعل الألكينات مع الهالوجين في وجود ضوء فوق بنفسجي أو حرارة مرتفعة.

(٧٠٢٠٢) المقصود به صيله :

جديد تجديد ديمقراطية حله تجميعية وصية جمعية ، صيله جديد ، صيله جديد .

صيله جمعية (وجمعية له لا وجمعية) عن ستلمة ضحية لحية. إلا جامعيه مع مجتمع ستلمة جمعية. ما يوصيل لجديد ستلمة جمعية صوصية مجتمع ستلمة جمعية: ما يوصيل لجديد ستلمة جمعية. حتم صيله جمعية: ما يوصيل لجديد ستلمة جمعية. حتم صيله جمعية: ما يوصيل لجديد ستلمة جمعية.

ما الوظيفة صيلة ← صيلة CH_3-OH

ستوفير تحتية جامعة جديد، جديد لجديد ستلمة.

١. فرد مواصفة لحلول لجديد ستلمة له لمعة ستوفير تحتية وفرد مواصفة

٢. ضعف جامعة جديد. جديد ستلمة عن عمل لمعة جديد. وجامعة

لحلول جمعية وجديضعف ولول ضعف.

٣. فرد مواصفة لحلول لجديد ستلمة له لمعة ستوفير تحتية وفرد مواصفة

ستوفير تحتية جامعة جديد، جديد لجديد ستلمة.

ما الوظيفة صيلة ← صيلة CH_3-OH

ميثانول ← ميثانول CH_3-CH_2-OH

إيثانول ← إيثانول $C_8H_{17}OH$

جلول الوظيفة جمعية (٧٠١)

هەڵبژاردەی (٢٠١)

ستڵەی جەستەی جسمەکی	ستڵەی دەخێسەی	بەندی بنچینەیی	بەندی دووەم	ژمارەی کاربۆنەکان لە بەندی دووەمدا
CH_4O	CH_3OH	هیدرۆکسیل	مێتانۆل	1
C_2H_6O	CH_3-CH_2-OH	هیدرۆکسیل	ئیسانۆل	1
C_3H_8O	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	1. هیدرۆکسیل	پروپانۆل	2
	$CH_3-CH-CH_3$ | OH	2. هیدرۆکسیل لەسەرهێڵ	ئایسۆپروپانۆل	
$C_4H_{10}O$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	1. هیدرۆکسیل	بیوتانۆل	4
	$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$	2. میسل لەسەرهێڵی هیدرۆکسیل	ئایسۆبیوتانۆل	
	$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$	2. هیدرۆکسیل لەسەرهێڵی ناوەند	سێکەندەری بیوتانۆل	
	$CH_3-C(CH_3)_2-OH$	2 میسل 2. هیدرۆکسیل	تێرشیەری بیوتانۆل	

د- حاصلة هيدرة :

$$CH_3 - CH_2 - OH$$

حاصلة إضافة الماء على حماية الـ (OH) حيث هيدرة إضافة حاصلة حيث حماية إلى الهيدروجين حماية حماية إلى حماية حماية :

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH_3 - CH - CH_2 - OH \end{array}$$

١- حاصلة هيدرة :

OH حاصلة

إضافة لحيث تحتاج حاصلة لكون إحدى حماية حيث. وأيضاً حماية تفاعل لحيث حاصلة OH إلى مجموعة فعالة، وتسمى الحماية مجموعة وظيفية .

حيث إضافة الماء على حماية حاصلة لماذا لا إضافة تحتاج إلى حماية حماية .

$$\begin{array}{l} H \\ | \\ (R - C - OH) \\ | \\ R \end{array}$$

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH_3 - CH_2 - CH - OH \end{array}$$

٢ حاصلة

$$CH_3 - CH - OH$$

$$\begin{array}{l} | \\ CH_3 \end{array}$$

٢ حاصلة

ب. حمله الدلدة :

حمله اهتا لهم حلوسا ||() حلدة ختصم. لا اهتا حلدة ختصم ال

إيثانول مطلق يلتهب بإضاءة زرقاء خافتة ($H - O -$) إذا مسحت بلورة كبريتات نحاس جافة، أما وجود إيثانول يحولها إلى كبريتات نحاس مائية زرقاء.

٢ - الأهمية :

أهمية مركبات الكحول الأولي إيثانول :

١ - إيثانول مطلق، صالح لصناعة المشروبات الروحية وكمذيب يدخل في تحضير

كبريتات ثنائي الإيثيل الكحولي.

$$R - CH_2 - OH \xrightarrow{[O]} R - CH = O \xrightarrow{[O]} R - COOH$$

كحول أولي ألدهيد حمض كربوكسيلي

٢ - إيثانول مطلق، صالح لصناعة الأدوية، طلاء قوارير البنسلين إذا

كانوا مغلقين بإحكام حتى لا يتبخر.

$$C_2H_5OH + Na \longrightarrow C_2H_5ONa + \frac{1}{2} H_2$$

كحول إيثانول إيثوكسيد الصوديوم

إيثانول مطلق يتفاعل مع الفلزات النشطة مثل الصوديوم والبوتاسيوم ($H - O -$) مكونا أملاح كحولية.

كحول ميثانول إيثانول بروبانول بيوتانول

صيغة الكحول CH_3OH C_2H_5OH C_3H_7OH C_4H_9OH

درجة الغليان °م ٦٥ ٧٨ ٩٧ ١١٨

الكحول الأولي يحتوي على ذرة هيدروجين واحدة على ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل.

الكحول الثانوي يحتوي على ذرتي هيدروجين على ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل.

الكحول الثالثي لا يحتوي على ذرة هيدروجين على ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل.

كحول الميثانول سام جدا إذا تناوله الإنسان ولو بكمية قليلة تسبب العمى ثم الموت.

(٤٠ - ٢٠ - ٧٠) إيثانامور حمضي (كوناكمور)

تحضير الكحول الأولي إيثانول (كوناكمور)

كحول الإيثانول يتفاعل مع الفلزات النشطة مثل الصوديوم والبوتاسيوم ($H - O -$) مكونا أملاح كحولية.

كبريتات النحاس اللامائية تتحول إلى كبريتات نحاس مائية زرقاء إذا وجد الإيثانول.

إحدى هذه الطرق هي طريقة تفاعل هاليدات الهيدروجين مع الكحولات . وهو يتبع :

$$CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}} - OH + HBr \longrightarrow CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}} - Br + H_2O$$

وتتم هذه العملية عن طريق إنتاج كربونيوم ثانوي وليس كربونيوم أولي .

كربونيوم ثانوي أكثر ثباتاً من كربونيوم أولي بسبب تأثير مجموعتي الميثيل المانحتين للإلكترونات .

٣ . الأحماض :

تتفاعل الكحولات الأولية والثانوية مع الأحماض الكربوكسيلية وتكون استرات .

وتتأكسد الكحولات الأولية إلى ألدهيدات ثم إلى أحماض كربوكسيلية بنفس عدد ذرات الكربون .

$$C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O + \text{طاقة}$$

٥ . تفاعلات الكحولات الثانوية :

تتأكسد الكحولات الثانوية إلى كيتونات بنفس عدد ذرات الكربون .

$$R - \underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle |}{C}} - OH \xrightarrow{[O]} R - C = O + H_2O$$

كحول ثانوي — كيتون

ل . لا تتأكسد الكحولات الثالثية بسهولة لعدم وجود ذرة هيدروجين واحدة .

مثال : (يمكن الكشف عنها بسهولة بتفاعلها مع محلول فهلنج).

الكحول الثانوي : (يمكن الكشف عنها بسهولة بتفاعلها مع محلول فهلنج).

كحول ثانوي ← **كيتون**

$$R-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{C}}-OH \xrightarrow{[O]} R-\underset{\displaystyle O}{\underset{||}{C}}-R + H_2O$$

كيتون ← **كحول ثانوي**

مثال : **مركب هيدروكسي الدهيد** (٢٠٥ ـ ٧٠)

إذا أخذ مركب مثل ذلك من مشتقات الجلوكوز فإنه يعطي عند أكسدته بحمض النيتريك المركز حمض الجلوكاريك.

$$HO-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH-CH_2-OH \;.\; HO-CH_2-CH-CH-CH_2-OH$$

الجلوكوز ← **حمض الجلوكاريك**

مقارنة بين الكحولات وبعض مشتقاتها مثل هاليدات الحمض والأميدات

كحول ثانوي ← **هاليد حمض**

$$R-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{C}}-OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} R-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}-R + H_2O$$

كحول ثالثي ← **هاليد حمض**

$$R-\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{C}}-OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} R-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}-R + H_2O$$

إذا تفاعل كحول ثانوي مع هاليد حمض فإن ذرة الهالوجين تحل محل مجموعة الهيدروكسيل.

كحول ثالثي

ثنائي ميثيل إيثر (٢٠٣٠٧) : يُعدّ إيثر ثنائي الميثيل أبسط إيثر متماثل، ويُعرف أيضاً باسم الميثوكسي ميثان، وهو غاز عديم اللون له رائحة خفيفة تشبه رائحة الإيثر، ويذوب في الماء بنسبة ٣٣٪ تقريباً عند درجة حرارة الغرفة، ويُستخدم كمذيب للدهون والزيوت، وكمادة وسيطة في تصنيع بعض المركبات العضوية.

$$CH_3 - O - CH_3 \qquad CH_3 - O\,CH_2\,CH_3$$

ثنائي ميثيل إيثر ميثيل إيثيل إيثر

ثنائي إيثيل إيثر (٢٠٣٠٧) : يُعرف أيضاً باسم الإيثوكسي إيثان، وهو سائل متطاير عديم اللون ذو رائحة خفيفة تشبه رائحة الإيثر، ويُستخدم كمذيب للدهون والزيوت، وكمادة وسيطة في تصنيع بعض المركبات العضوية.

$$R - O - R \qquad R - O - R'$$

إيثر متماثل (بسيط) إيثر متخالف (مختلط)

إيثرات الحلقية (٢٠٣٠٧) : تحتوي على ذرة أكسجين واحدة مرتبطة بذرتي كربون في حلقة غير متجانسة، ومن أمثلتها الإيثيلين أوكسيد والإيثيلين أوكسيد.

$$\begin{array}{c} R \quad R \\ \backslash \; / \\ O \end{array} \qquad \begin{array}{c} H \quad H \\ \backslash \; / \\ O \end{array}$$

الإيثرات الحلقية (٢٠٣٠٧) : مركبات عضوية تحتوي على ذرة أكسجين واحدة مرتبطة بذرتي كربون في حلقة غير متجانسة، ومن أمثلتها الإيثيلين أوكسيد والإيثيلين أوكسيد.

الإيثرات (٢٠٣٠٧) : $R - O - R'$ ، $R - O - R$

٧ . ٤ الكيمياء العضوية :

أ) الكحولات (٣ . ٥ ، ٧ .)

١ . هل لديك أدوات تجارب لعمل أنبوبة تجارب؟

٢ . هل يمكنك تجربة تفاعل الإيثانول مع الصوديوم؟

$$CH_3 - CH_2 - ONa + CH_3 - CH_2 - I \longrightarrow CH_3 - CH_2 - O\,CH_2 - CH_3 + NaI$$

$$CH_3 - CH_2OH + H_2SO_4 \xrightarrow[\text{(حمض إيثيل كبريتي)}]{C_2H_5OH} CH_3CH_2OSO_3H \xrightarrow[+\,H_2SO_4]{140^\circ} (CH_3CH_2)_2O$$

٧ . ٤ الكيمياء العضوية :

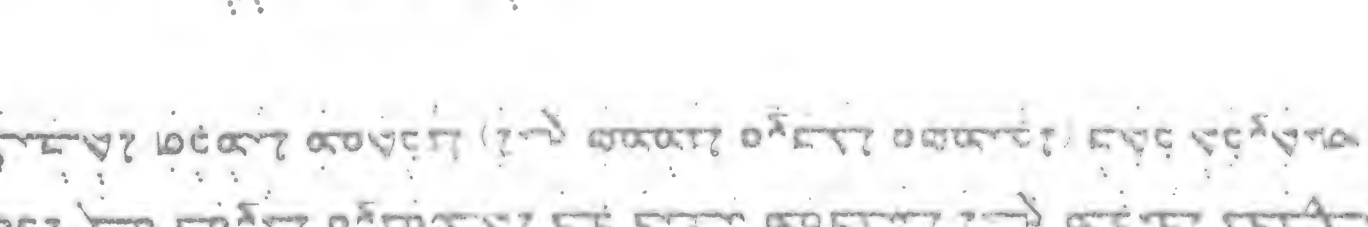
تجربة عملية تفاعل حمض كبريتي مركز مع الإيثانول

عمل تفاعل حمض كبريتي مركز مع الإيثانول لتكوين إيثوكسي إيثان :



وجود حمض الهيدروكلوريك المركز كعامل مساعد.

إيثوكسي إيثان سائل عديم اللون له رائحة مميزة وهو مذيب جيد للعديد من المواد العضوية. ... عند وجود الإيثانول الزائد يتفاعل مع إيثوكسي إيثان ويكون أيون الأوكسونيوم (شكل ٧ . ٣ . ٤) :



وهذا التفاعل يفسر ذوبان الإيثوكسي إيثان في الإيثانول. وعند إضافة الماء يتحلل أيون الأوكسونيوم ويعود الإيثوكسي إيثان إلى طبقته العضوية. ويمكن فصل الإيثوكسي إيثان بالتقطير التجزيئي حيث يغلي عند ١٤٢ °م.

ميثانال ثنائي	ميثانال	إيثانال
$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$	فورمالديهيد	ديهايد
$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$	إسيتالديهيد	إيثانال
$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{O}{\overset{\|}{C}}}-H$	إسيتون ثنائي ميثيل	٢- بروبانون

ويكون مقياس درجة تأكسد الكربون في الألدهيدات والكيتونات أعلى من مقياس درجة تأكسد الكربون في الكحول الذي تنتج منه بعملية الأكسدة (ox) أو (ox) من ذرة هيدروجين واحدة على الأقل (at) لذرة الكربون الحاملة لمجموعة الهيدروكسيل في الكحول الأولي أو الثانوي.

$$R-CH_2OH \xrightarrow{[O]} R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \quad \text{(ألدهيد)} \qquad \text{(كحول أولي)}$$

$$R-\underset{R}{\underset{|}{CH}}-OH \xrightarrow{[O]} R-\underset{R}{\underset{|}{C}}=O \quad \text{(كيتون)} \qquad \text{(كحول ثانوي)}$$

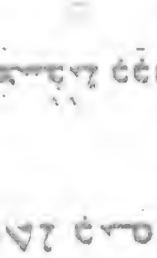
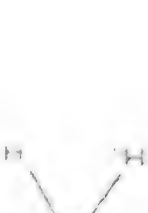
فالكحول الثالثي لا يتأكسد بسهولة حيث لا توجد ذرة هيدروجين واحدة على الأقل مرتبطة بذرة الكربون الحاملة لمجموعة الهيدروكسيل ($-\overset{|}{\underset{|}{C}}-OH$) حتى تتأكسد بسهولة، لأنه عند تأكسد الكحول الثالثي يتطلب كسر رابطة كربون - كربون ($C-C$) وهذا يحتاج إلى طاقة عالية جدًا.

الألدهيد يحتوي على مجموعة الكربونيل الطرفية ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$) بينما الكيتون يحتوي على مجموعة الكربونيل الداخلية ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$).

٧. الخواص الكيميائية للألدهيدات والكيتونات: (٤ . ٧)

لما كانت مجموعة الكربونيل في الألدهيدات والكيتونات هي مجموعة الوظيفية، فإن تفاعلات الإضافة تحدث في كلا المركبين. تتم تفاعلات الإضافة بسهولة أكبر في الألدهيدات عنها في الكيتونات، وذلك لأن مجموعة الكربونيل في الألدهيدات أكثر استقطابية من مجموعة الكربونيل في الكيتونات، وبالتالي فإن ذرة الكربون في الألدهيدات أكثر موجبية من ذرة الكربون في الكيتونات، وبالتالي فإن الألدهيدات أكثر نشاطًا من الكيتونات في تفاعلات الإضافة.

جدول مقارنة بعض هذه المركبات العضوية البسيطة بعضها ببعض :

اسم المركب	اسم الهيدروكربون	مجموعة وظيفية	الصيغة البنائية
ميثانال	ميثان	ألدهيد	
فورمالديهيد	ميثان	ألدهيد	
إيثانال	إيثان	ألدهيد	
أسيتالديهيد	إيثان	ألدهيد	
بروبانون	بروبان-٢- أون	كيتون	
أسيتون	بروبان-٢- أون	كيتون	

تمرين (٤٠٧) أكمل الجدول التالي :

الصيغة البنائية	اسم المركب	اسم الهيدروكربون	مجموعة وظيفية	نوع المركب
$CH_3-CH_2-CH_2-OH$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CHO$				
$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$				
$CH_3-CH_2-CO-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-O-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-O-CH_2-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-CH_2-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CHO$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-O-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-O-CH_2-CH_3$				

تمرين (٤٠٨) أكمل الجدول التالي :

الصيغة البنائية	اسم المركب	اسم الهيدروكربون	مجموعة وظيفية	نوع المركب
$CH_3-CH_2-CH_2-OH$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CHO$				
$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$				
$CH_3-CH_2-CO-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-O-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-O-CH_2-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-CH_2-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CHO$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-O-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-O-CH_2-CH_3$				

تمرين (٤٠٩) أكمل الجدول التالي :

الصيغة البنائية	اسم المركب	اسم الهيدروكربون	مجموعة وظيفية	نوع المركب
$CH_3-CH_2-CH_2-OH$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CHO$				
$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$				
$CH_3-CH_2-CO-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-O-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-O-CH_2-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-CH_2-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CHO$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-O-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-O-CH_2-CH_3$				

تمرين (٤١٠) أكمل الجدول التالي :

الصيغة البنائية	اسم المركب	اسم الهيدروكربون	مجموعة وظيفية	نوع المركب
$CH_3-CH_2-CH_2-OH$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CHO$				
$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$				
$CH_3-CH_2-CO-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-O-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-O-CH_2-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CO-CH_2-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CHO$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-NH_2$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-O-CH_3$				
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CO-O-CH_2-CH_3$				



١. فولاذ بالجفاة

هيدة ملح هيدروجيني يذوب في الماء ويتحول جزيء الهيدروجين إلى حمض (حمض يتفاعل مع القلويات ويعطي ملح وماء) وإلى قاعدة (قاعدة تتفاعل مع الأحماض لتعطي ملح وماء فقط) :

$$R - \underset{H}{\overset{H}{C}} - OH \xrightarrow{H_2 \mid Pt} R - C = O \qquad \text{حمض فورميك}$$

إضافة فلز إلى حمض فورميك لتصبح فولاذ

$$CH_3 - CH = O \xrightarrow{H_2 \mid Pt} CH_3 - CH_2 - OH$$

كحول أولي ← ألدهيد ← حمض كربوكسيلي

$$R - \underset{\underset{H}{|}}{\overset{\overset{O}{\|}}{C}} - H \xrightarrow{[O]} R - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - OH$$

وفيه حول الكحول الأولي والثانوي إلى ألدهيد وكيتون على التوالي بعامل مؤكسد شائع هو برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$:

$$CH_3 - CH = O \xrightarrow{KMnO_4} CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - OH$$

١ - إضافة الماء لألكينات وإلكينيات :

لا تتفاعل الألكينات مع الماء في الظروف العادية إلا بوجود حمض كمبريتيك مركز أو حمض الفوسفوريك كعامل مساعد. وتكون النواتج كحولات ثانوية أو ثالثية حسب نوع الألكين المستخدم.

$$CH_3 - CH = CH_2 \xrightarrow{H_2O} CH_3 - \underset{OH}{\underset{|}{CH}} - CH_3$$

٢ - بولمرة الإيثين

يتحد عدد كبير نسبيا من جزيئات الإيثين مكونة بولي إيثين وهو مادة بلاستيكية رخيصة الثمن تستخدم في صناعة الأكياس والعبوات المختلفة وأدوات المنزل وأنابيب الري وغيرها كثيرة.

ج - اختبار فهلنج :

محلول فهلنج عبارة عن خليط من محلول كبريتات النحاس الزرقاء ويسمى محلول فهلنج (II) ومحلول هيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم ويسمى محلول فهلنج (I) ويحتوي على أيونات الطرطرات المعقدة ويتفاعل مع الألدهيدات مكونا راسب أحمر من أكسيد النحاس (I) Cu_2O.

ملحوظة هامة : يعطي اختبار فهلنج نتيجة سالبة مع الألدهيدات العطرية (بنزالدهيد) لعدم ذوبانيته في الماء ولكن يعطي نتيجة موجبة مع الألدهيدات الأليفاتية (ميثانال) لذوبانه في الماء.

د - اختبار تولنز (مرآة الفضة) :

عند إضافة محلول تولنز إلى الألدهيد في أنبوبة اختبار نظيفة يتكون راسب فضة على جدران الأنبوبة مكونا مرآة الفضة. ويرجع ذلك إلى اختزال أيون الفضة $Ag^{\oplus}$ إلى ذرات الفضة بواسطة مجموعة الألدهيد التي تتأكسد إلى مجموعة الكربوكسيل.

$$CH_3 - CHO + 2\,Ag(NH_3)_2^{\oplus}\,OH^{\ominus} \longrightarrow CH_3COO^{\ominus}\,NH_4^{\oplus} + 2Ag\downarrow + 3NH_3 + H_2O$$

(٧ - ٤ - ٤) الخواص الكيميائية للإيثانال :

١ - عند معاملة الألدهيدات بالهيدروكسيل أمين تتكون أكسيمات وهذا يستخدم في الكشف عن وجود مجموعة الكربونيل في المركبات.

٢ - عند معاملة الإيثانال مع عامل مؤكسد مثل أكسجين الهواء في وجود النحاس كعامل مساعد عند درجة حرارة ٣٠٠°م يتأكسد إلى حمض الإيثانويك.

$$CH_3 - CH_2 - OH + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow[300]{Cu} CH_3 - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - H + H_2O$$

إيثانول — إيثانال

أ- يتم عمل صبغة جذور الفضة بـ

دميثايل ١- ٢ - دميثايل

$$CH_3-CH_2-CH-CH_3 + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow[300]{Cu} CH_3-CH_2-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3 + H_2O$$

دميثايل ١- ٢ - دميثايل

دميثايل ٢- ٢ - دميثايل

ب- في محلول لدميثايل له دور مهم جاهزة جيد سلة جزيء صبغي لذلك يتم

جاهزة جيد يتم جاهزة أي يتم جزء جزيء صبغي لذلك يتم جاهزة جيد

جاهزة جيد.

$$CH_3\,CH_2\,CH_2\,OH + \xrightarrow[\text{حمض ١٠ جزيء}]{[O]\quad Na_2Cr_2O_7 + H_2SO_4} CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-H$$

جزء حمض البروبانويك

١٠ جزء

وفي محلول حمض جزء جاهزة جيد سلة جزء جزء جاهزة

١. فيما مكونات جزئ مادة تدخل في تركيب المادة مع بقاء خواص
المادة كما هي، فتوجد خواص المركب مغايرة لخواص مكوناته
المنفصلة.

٢. في صناعة بقاء خواص المركب، بينما تتحلل مادة إلى مادة أخرى
تتوافر خواصها في المادة الأصلية ، المتكونة.

٣. في حين تتحلل (ينحل) الماء إلى غازي الهيدروجين والأكسجين.

الوظيفة : مجموعة ذرية تحدد سلوك المركب.. في حين الوظيفة
مشتركة مجموعة ذرية تحدد سلوك المركب.. في حين الوظيفة
تحدد.

سلسلة تتحد بها مجموعة	حمض فورميك	حمض أسيتيك
$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$	مجموعة ذرية تحدد سلوك المركب	مجموعة ذرية تشترك في سلوك المركب
CH_3COOH	مجموعة أساسية	مجموعة ـــــــــ ميثيل
CH_3-CH_2-COOH	مجموعة ـــــــــ ميثيل	مجموعة ـــــــــ ميثيل
$CH_3-\overset{CH_3}{\underset{\|}{\overset{\|}{CH}}}-COOH$	مجموعة ـــــــــ ميثيل	مجموعة ـ ٢ ـ ميثيل ـ ٢ ـ ميثيل
$CH_3CH_2CH_2CH_2-COOH$	مجموعة ذرية	مجموعة ميثيل

الوظيفة هي مجموعة ذرية تحدد سلوك المركب (٧٠٥٠١) مثل مجموعة الميثيل

المجموعة الذرية تحدد سلوك المركب الكيميائي

٤ - جيلاتينة منصوبة :

(٢٠٥٠٧) منصوبة حيوية

(أ) جثة جنائية :

جثة منصوبة توضح تجلطات ليفية داخل القلب وانتفاخ شعاف الرئة

ملاحظ تضخم جسلة جانبة وتحتوي على خثرة طويلة. توجد طبقة من منصوبة تغطي الجدار الداخلي للأذين الأيسر وتمتد إلى الوريد الرئوي الأيسر وفروعه. وإذا تجلطت منصوبة في الأذين الأيسر فإن أجزاء منها قد تنفصل وتسري مع الدم إلى أي عضو في الجسم. وتسمى هذه الحالة انسداد جثة منصوبة (أو تخثر HOOC)$_{19}$H$_{9}$C)) وقد إلى جثة ٢١ أو أكثر.

منصوبة تتخصص الجسم تجلط جسم تجلط جسم تجلط ج

$$CH_3COOH + NH_4OH \longrightarrow CH_3COO^-NH_4^+ + H_2O$$

حامض الخليك هيدروكسيد الأمونيوم خلات الأمونيوم الماء

تتأثر الخلات بالماء تأثرا قليلا جدا لذلك يعتبر محلول خلات الأمونيوم متعادلا تقريبا.

د. الإضافة (الفيزياء الإضافة) :

قبل محلول خلات الصوديوم بقليل من حمض الخليك الثلجي وقطرة واحدة من دليل الميثيل البرتقالي ثم سخن المزيج حتى الغليان. ماذا يحدث لون المحلول ؟

الحل :

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \underset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

حمض الخليك الكحول الإيثيلي خلات الإيثيل الماء

(٥ . ٧ . ٤) الحل

١ . قبل محلول خلات الصوديوم المضاف في الإضافة جميع القطرة (أ

ثانوي) حيث يتأكسد الكحول

$$R-CH_2-OH \xrightarrow{KMnO_4} RCH=O \xrightarrow{KMnO_4} R-COOH$$

٢ ـ من طرق تحضير الأحماض العضوية تفاعل كاشف جرينيار (انظر الفصل الثاني عشر) مع ثاني أكسيد الكربون الجاف ، ثم تفاعل الناتج مع حمض معدني قوي كما يلي :

$$RMgx + CO_2 \longrightarrow RCOOMgx$$ (ملح)

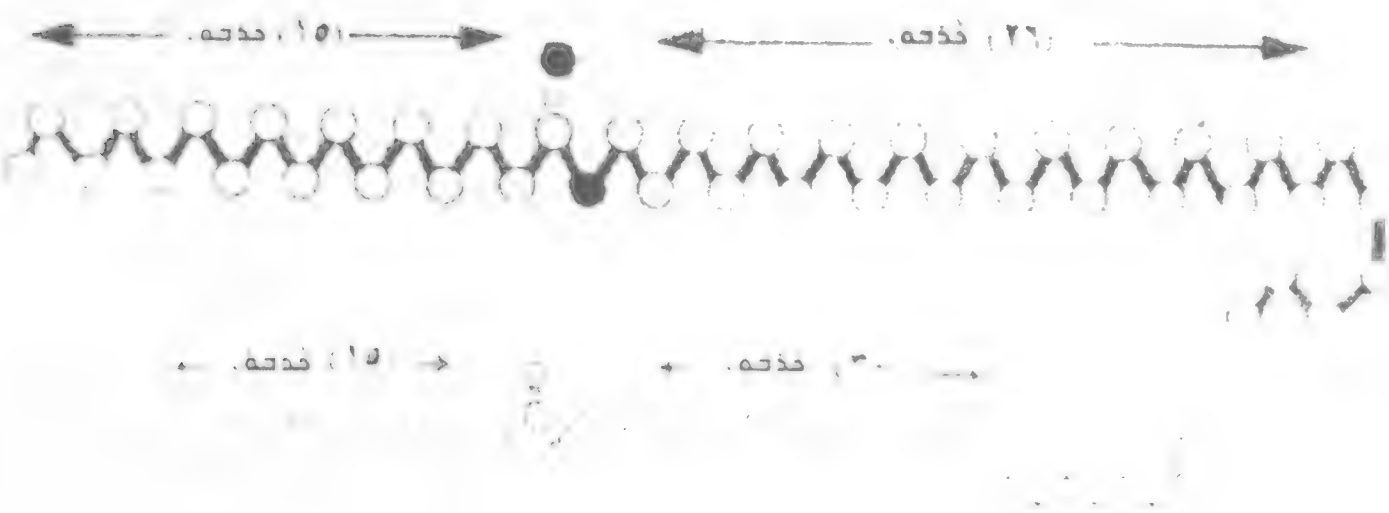
ثم تفاعل الملح العضوي الناتج مع حمض معدني قوي كما يلي :

$$RCOOMgx + HX \longrightarrow RCOOH + MgX_2$$

٧ ـ ٦) الإسترات

الإسترات هي مشتقات الأحماض العضوية . تنتج من تفاعل الحمض العضوي مع الكحول (انظر الفصل الثاني عشر) . الإسترات أقل ذوبانا في الماء من الأحماض والكحولات التي تنتج منها . لها روائح عطرية لذيذة تستخدم في صناعة العطور والمستحضرات التجميلية . الجدول التالي يوضح بعض الإسترات وأسمائها :

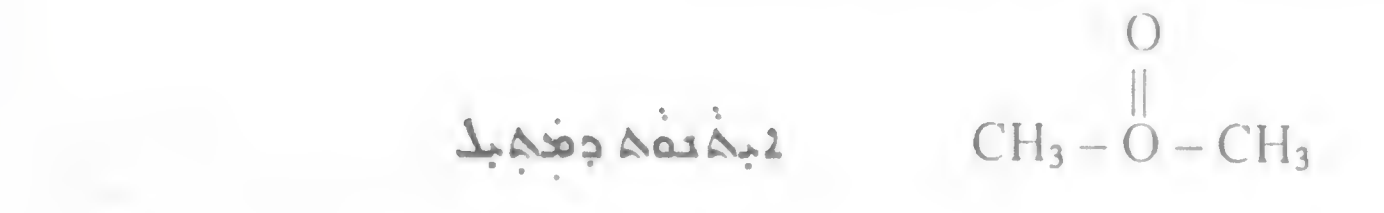
الاسم	الحمض	الإستر
(أ) إيثانوات الإيثيل	حمض الإيثانويك	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5$
(ب) إيثانوات البنتيل	حمض الإيثانويك	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_5H_{11}$
(جـ) إيثانوات الأوكتيل	حمض الإيثانويك	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_8H_{17}$
(د) بروبانوات الإيثيل	حمض البروبانويك	$CH_3\ CH_2\ CH_2\ \overset{O}{\overset{\|}{C}}OOH_2CH_3$



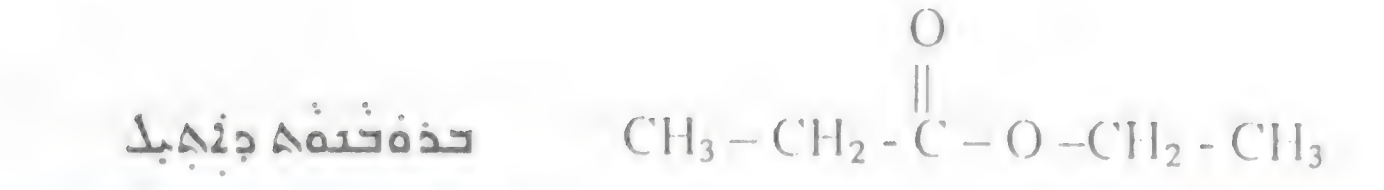
شكل (٧ - ٧)

(٧ - ٦ - ١) الإسترات الأحادية :

تتكون الإسترات الأحادية من اتحاد حمض أحادي الكربوكسيل (ic) مع كحول أحادي الهيدروكسيل (ate) (ـات) مع فقد جزيء ماء بين مجموعة الهيدروكسيل والهيدروجين من مجموعة الكربوكسيل



ميثانوات الميثيل



بروبانوات الإيثيل

$$CH_3COOC_2H_5 + NaOH \longrightarrow CH_3COO\,Na + C_2H_5OH$$

٤- يحترس عند استعمال الصودا الكاوية لأنه يحدث حروقا إذا لامس الجلد أو العين، ويجب غسل المكان المصاب بالماء الكثير وإخبار المدرس.

(ج) عند غلي الخل مع الكحول الإيثيلي يحدث تفاعل عكسي بطيء جدا ويتكون الإستر وفقا للمعادلة الآتية :

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

H^+

(د) عند غلي الإستر مع محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH يحدث تفاعل سريع جدا ويتكون كحول الإيثيل وملح خلات الصوديوم KOH وهذا التفاعل يسمى التصبن. ويحترس من تناثر المحلول القلوي الساخن على الجلد والعين :

$$CH_3COOC_2H_5 + NaOH \longrightarrow CH_3COO\,Na + C_2H_5OH$$

(أ) عند غلي الإستر مع الماء : يحدث تفاعل عكسي بطيء جدا ويتكون الحمض والكحول المكونان للإستر.

(ب) عند غلي الإستر مع محلول هيدروكسيد الصوديوم (محلول قلوي) : يحدث تفاعل سريع جدا ويتكون الصابون والكحول المكونان للإستر.

(٦-٦-٣) الإسترات الطبيعية :

توجد الإسترات في الطبيعة في الزيوت النباتية والدهون الحيوانية وهي مركبات ثلاثية الإستر لحمض الجليسرول مع ثلاثة أحماض دهنية مختلفة أو متشابهة.

(٦-٦-٤) الإسترات الصناعية :

تستخدم الإسترات في صناعة العطور والأدوية والمنظفات والمطاط الصناعي والبلاستيك والورنيش والأصباغ والمتفجرات.

أمين رباعي	أمين	أمين	أمين ثنوية	أمين أولية
R R–N–R R⊕	R R–N–R	R H–N–R	H R–N–H	H H–N–H
ملح رباعي	أملاح	أملاح		

أكسيد (٧ ـ ٧) : مركب ناتج من اتحاد الأكسجين مع عنصر آخر، عدا الفلور لأنه يعطي غاز الأكسجين (O_2) أو أكسيد الأكسجين ، ولا يعطي أكسجين ذائب :

$$RCOCl + ROH \longrightarrow RCOOR + HCl$$

٢. عند إضافة بضع قطرات من أحد هيدروكسيدات الفلزات القلوية إلى محلول كلوريد الكوبلت (II) المائي يتكون راسب أزرق لكوبلتيت الكوبلت (II) الذي يذوب في الماء مكونًا محلولًا أزرق.

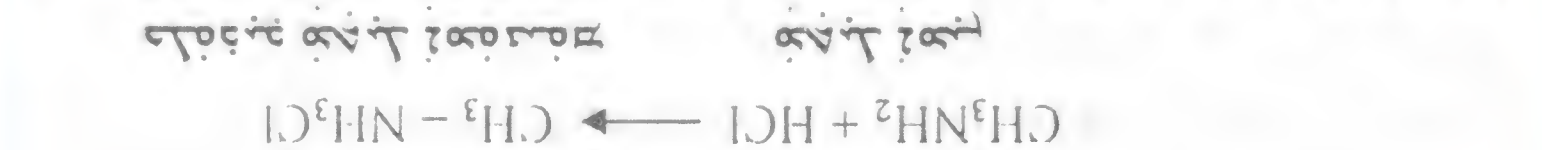
$$CH_3COOCH_3 + 2H_2 \xrightarrow{Pt} CH_3CH_2OH + CH_3OH$$

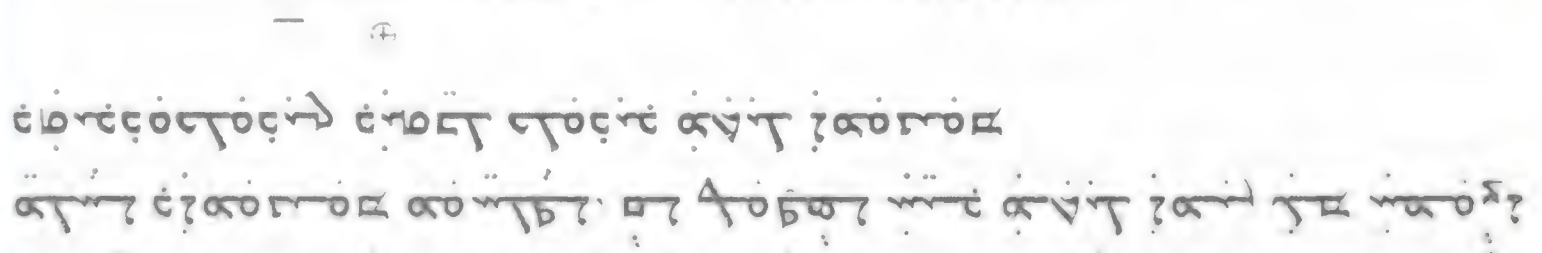
٣. عند إضافة بضع قطرات من محلول كلوريد الكوبلت (II) إلى محلول كلوريد الحديد (III) المائي يتكون راسب أزرق لكوبلتيت الحديد (III) الذي يذوب في الماء مكونًا محلولًا أزرق.

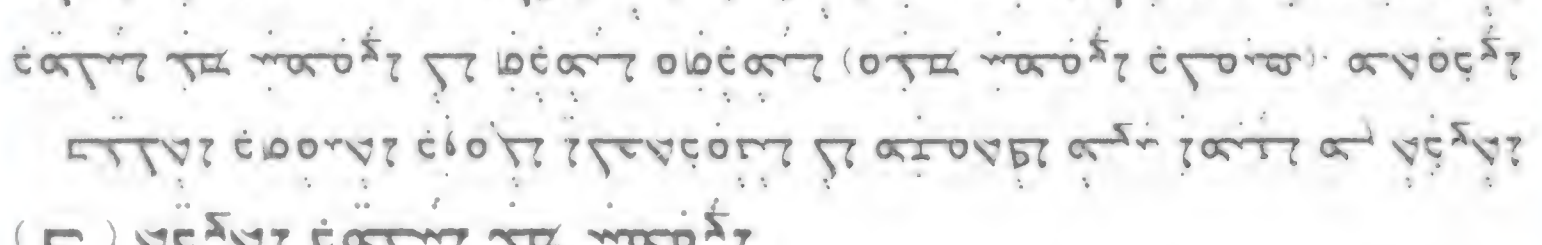
(٧ ـ ٦ ـ ٤) كواشف : مركبات تستخدم للكشف عن وجود أيونات أو مركبات معينة في المحاليل المائية.

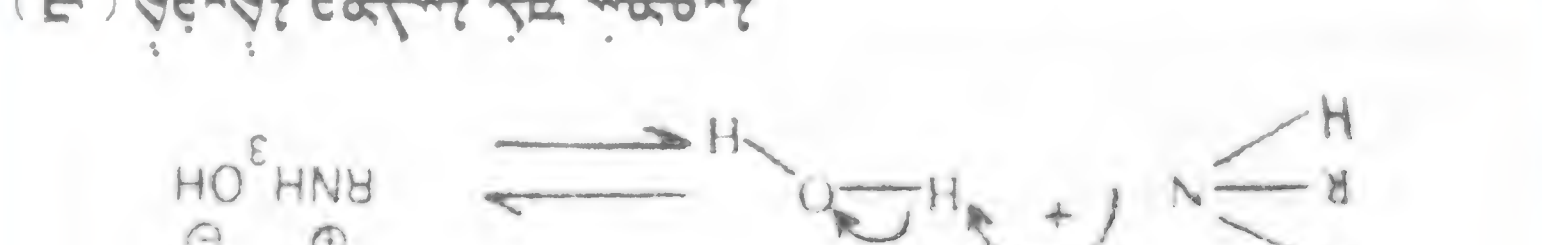
(٧ ـ ٧) أكسيد : مركب ناتج من اتحاد عنصر ما مع الأكسجين، عدا الفلور لأنه يعطي غاز الأكسجين (O_2) أو أكسيد الأكسجين ، ولا يعطي أكسجين ذائب :

ي. قبطلا ةيلمعلا هذه يف ةدحتملا تايئاهنلا ةلاحلا هذه يف ةرداصلا تازاغلا نم لك تاميك نم لك ةبسنب ةدحتملا تايئاهنلا ةلاحلا هذه يف ةرداصلا تازاغلا نم لك تاميك نم لك ةبسنب ةيلمعلا هذه يف ةلعافتملا تايئاهنلا ةلاحلا هذه يف ةدحتملا تازاغلا

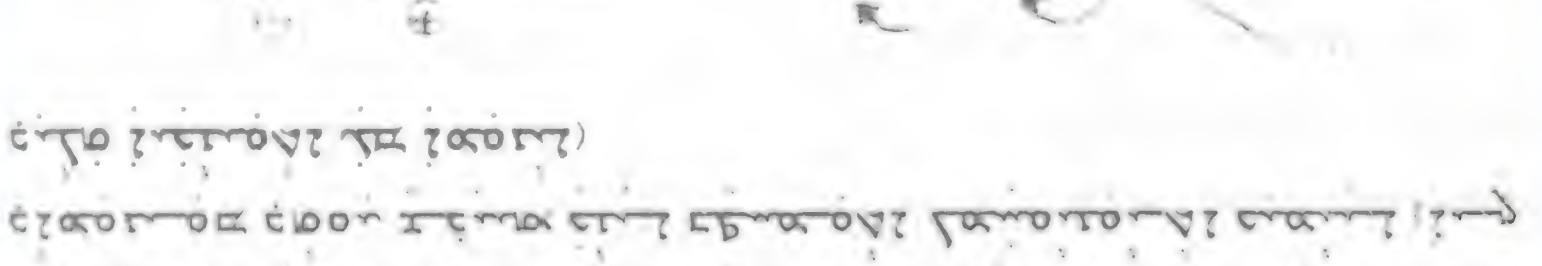


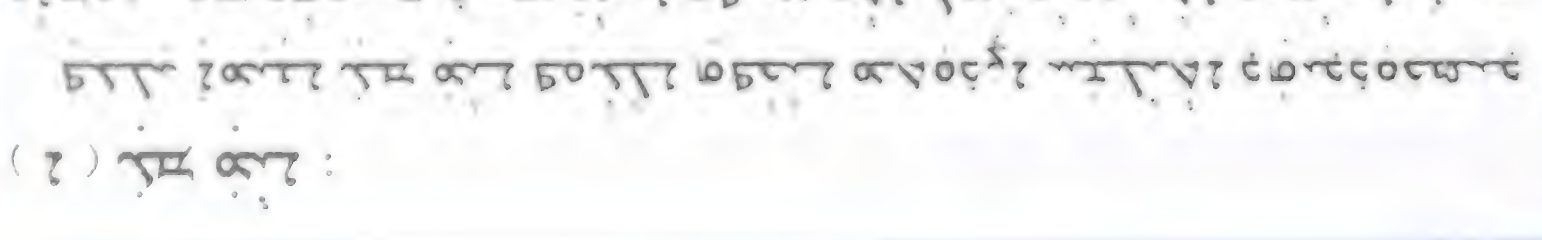


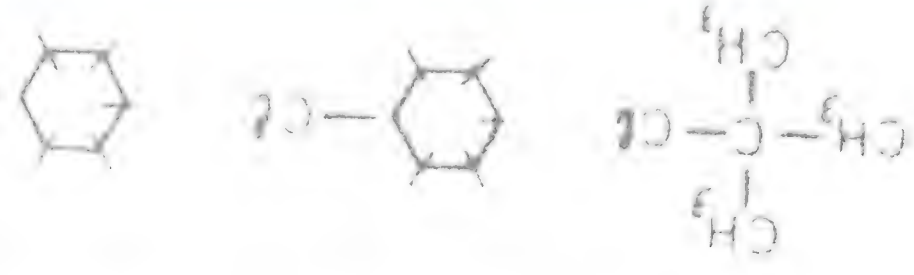












٢. إذكر مركبا عضويا يحتوي على ذرة كلور واحدة مرتبطة مع :



٣. أكمل المعادلات الآتية :

$$CH_3I + NH_3 \longrightarrow CH_3\overset{\oplus}{N}H_3\,\overset{\ominus}{I}$$

ميثيل هيدروجين أحادي

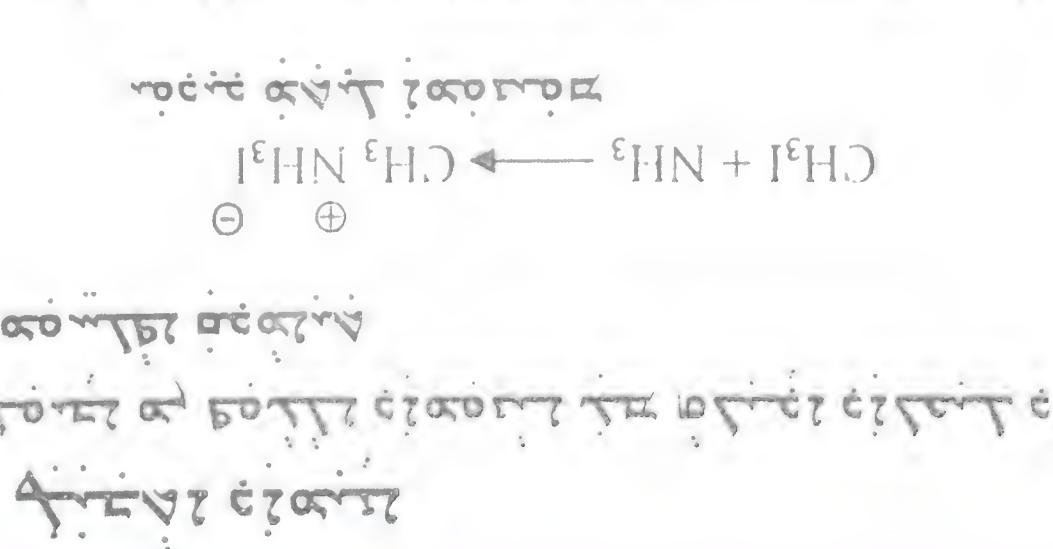
$$CH_3NH_3\,\overset{\ominus}{I} + NaOH \longrightarrow CH_3NH_2 + NaI + H_2O$$

هيدروجين أحادي

ب. تفاعل مركب عضوي مع كاشف عضوي آخر لتكوين مركب عضوي جديد.

أ. تفاعل مركب عضوي مع كاشف غير عضوي لتكوين مركب عضوي جديد.

٤. أكمل المعادلات الآتية :



$$CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 \quad (ب) \qquad CH_3CH_2CH_2CH=O \quad (أ)$$

٤١ - اذكر عدد الإيضاد لكل ذرة :

٤٢ - ذرتي كربون مهجنتان sp^2 ؛ ما نوع الرابطة بينهما ؟

٤٣ - ما نوع كل رابطة في الإيثين ؟

٤٤ - اذكر إيضاد ذرة النيتروجين في NH_3 ؟ ذرة نيتروجين في مركب عضوي ؟

٤٥ - ما عدد الإلكترونات المشتركة في الرابطة الثلاثية ؟ ما عدد الإلكترونات غير المشتركة ؟

٤٦ - ذرتي كربون مهجنتان sp^2 كم عدد الإلكترونات المشتركة بينهما ؟ ما عدد الإلكترونات غير المشتركة ؟

٤٧ - اذكر عدد الإلكترونات المشتركة في الرابطة الثلاثية ؟ ما نوعها ؟

٤٨ - (أ) ذرتي كربون مهجنتان sp^3 كم عدد الإلكترونات المشتركة بينهما ؟ ما نوعها ؟

(ب) ذرتي كربون مهجنتان sp^2 كم عدد الإلكترونات المشتركة بينهما ؟ ما نوعها ؟

٤٩ - ذرتي كربون مهجنتان sp كم عدد الإلكترونات المشتركة بينهما ؟ ما نوعها ؟

٥٠ - ذرتي كربون متجاورتين في الإيثاين :

(أ) $HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$ (ب)

(ج) $C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$ (د)

(هـ) $HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-C-OH$ (و)

(ز) $C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-C-OH$ (ح)

٥١ - ذرتي كربون متجاورتين في الإيثين ؛ ما نوع كل رابطة بينهما ؟

٥٢ - ذرتي كربون مهجنتان sp^3 (CH_3-CH_2-Mgl) ؛ ما نوع عدد الإلكترونات المشتركة بينهما ؟

٥٣ - ذرتي كربون متجاورتين في الإيثاين ؛ ما نوع كل رابطة بينهما ؟

٥٤ - ذرتي كربون متجاورتين في الإيثين ؛ ما نوع كل رابطة بينهما ؟

٥١ . ذكر اسم مركب عضوي يحتوي على مجموعة وظيفية (دالية واحدة فقط) ؛

٥٢ . مركب صيغته الجزيئية $C_5H_{10}O$ ، اكتب الصيغة البنائية لأحد مركبات هذه الصيغة ؛

٥٣ . إذا كان لديك مركبان صيغتهما البنائية كما يلي ، فما نوع العلاقة بينهما ؟

$$CH_3 - CH - CH_2 - CH = O \quad (\text{هـ}) \qquad CH_3 - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - \underset{\underset{CH_3}{|}}{C} - CH_3 \quad (\text{و})$$

$$\begin{matrix} & & CH_3 \\ & & | \\ CH_3 & & \end{matrix}$$

$$CH_3 - CH - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - CH_2 - CH_3 \quad (\text{ز})$$

$$\begin{matrix} & & CH_3 \\ & & | \\ CH_3 & & \end{matrix}$$

$$CH_3 - CH_2 - CH - CH_2 - CH = O \quad (\text{ح})$$

$$\begin{matrix} & & CH_3 \\ & & | \\ CH_3 & & \end{matrix}$$

$$CH_3 - CH_2 - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - CH_2 - CH_3 \quad (\text{ط})$$

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH - CH = O \quad (\text{ي})$$

$$\begin{matrix} & & CH_3 \\ & & | \\ CH_3 & & \end{matrix}$$

٢٤. جزيء عضوي يتأين جزئيا في محلوله المائي :

أ) $CH_3 - CH_2 - COOH$ ب) $CH_3 - \underset{CH_3}{\underset{|}{CH}} - COOH$

ج) $CH_3 - \underset{CH_3}{\underset{|}{C}} - COOH$ د) $CH_3 - \underset{C_2H_5}{\underset{|}{CH}} - COOH$

٢٧. جزيء عضوي متعادل يتأين جزئيا في محلوله المائي ويعطي أيون الهيدرونيوم هو :

أ) $CH_3 - CH_2 - COOH$ ب) $HOOC - CH_2 - COOH$

٢٢. جزيء له صيغة جزيئية $C_3H_6O_2$ وكتلته الجزيئية ٧٤ جم/مول ويتأين جزئيا في محلوله المائي هو :

أ) $CH_3 - CH_2 - \underset{O}{\underset{\|}{C}} - OH$ ب) $CH_3 - \underset{O}{\underset{\|}{C}} - O - CH_3$

ج) $CH_3 - CH_2 - O - \underset{O}{\underset{\|}{C}} - H$ د) $CH_3CH_2CH_2 - \underset{O}{\underset{\|}{C}} - O - CH_2CH_3$

٢٥. حل محلول مخفف من حمض عضوي أحادي البروتون تركيزه ٠,١ مول/لتر ودرجة تأينه ١٪ فإن ثابت تأين الحمض يساوي :

أ) 1×10^{-5} ب) 1×10^{-4} ج) 1×10^{-3} د) 1×10^{-2}

٢٦. جزيء لحمض له صيغة جزيئية $C_3H_6O_2$ وكتلته الجزيئية ٧٤ جم/مول ويتأين جزئيا في محلوله المائي :

أ) $CH_3 - CH_2 - \underset{O}{\underset{\|}{C}} - OH + CH_3 - CH_2 - OH \xrightarrow{H+}$

ب) $CH_3 - CH_2 - CH_2MgCl + CO_2 \xrightarrow{H+}$

ج) $CH_3 - \underset{O}{\underset{\|}{C}} - OC H_2 CH_3 \xrightarrow{H+}$

د) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH + CH_3 - \underset{O}{\underset{\|}{C}} - OH \xrightarrow{H+}$

٢٧. هل يمكن تحضير الإيثانول من الإيثانال في وجود
الهيدروجين كعامل مختزل ؟

٢٨. هل يمكن اختزال ١ مول من البنتانون-٢ بواسطة ٢ مول من
$H = 1$ ذرة جرام. ذرة جرام الهيدروجين = ١

٢٩. أعط اسم كل مما يأتي :

أ) $CH_3 - CH_2 - CH - NH_2$ ب) $(C_2H_5)_2NH$
CH_3

ج) $CH_3 - CH - NH - CH_3$ د) $C_3H_7 - N - CH_3$
CH_3 C_2H_5

٣٠. هل يمكن اختزال حمض البنزويك بالهيدروجين ؟

٣١. أعط معادلة تفاعل واحدة تعتبر كطريقة لتحضير الإيثانال

ب) معادلة تحضير الإيثانال من الإيثين أ) معادلة تحضير الإيثانال من الإيثاين

فصل الكيمياء

كيمياء السكريات

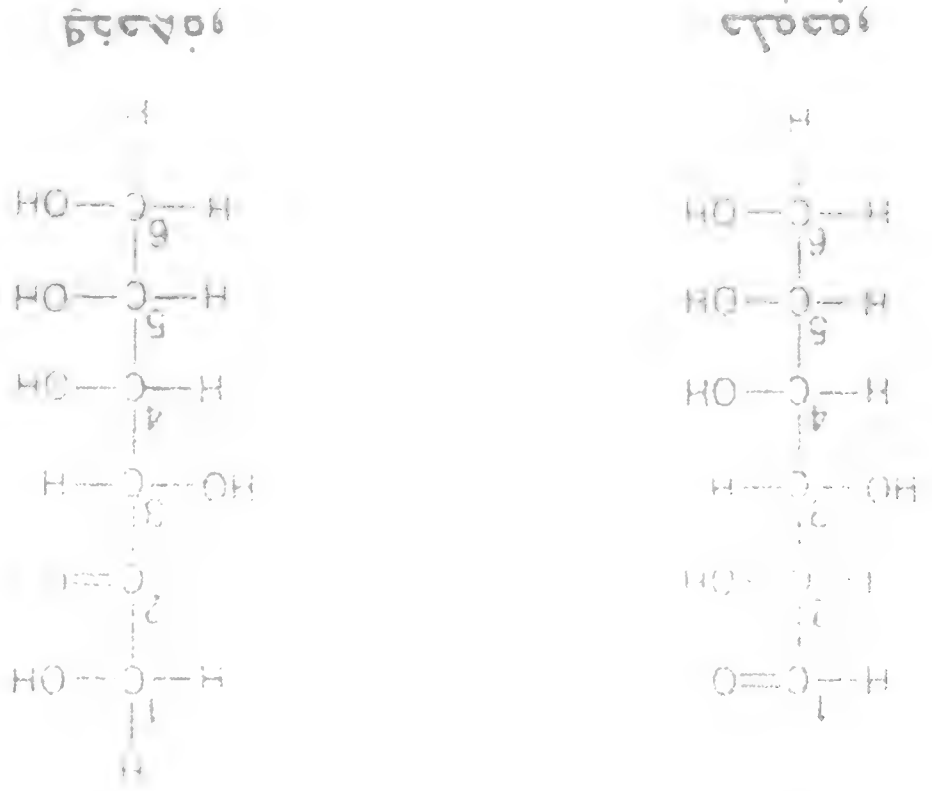
تحتوي كيمياء السكريات على أسئلة كيمياء له ٣٠ جزيء جزء سكر كيميائي تحتوي كيمياء جزء سكر (فركتوز) وهو يتكون جزء كيميائي له مجموعة جزيئات سكر، تحتوي على مجاميع جزيئية أسئلة كيميائية تحتوي على مجموعة هيدروكسيل (مجموعة جزيئية . تكون .) أي مجموعة تحتوي مجموعة هيدروكسيل على ذرة كربون تتصل بمجموعة أخرى (مجموعة جزيئية) لتكون في مجموعة له لونها الخاص.

تحتوي : ملف الكيمياء أو جزيء شيء مشترك ($C_3H_6O_3$) وفيه هيدروكسيل مجموعة على الذرة رقم جزيئية. وله سكر الكيمياء (ثلاثي ٣) هيدروكسيل على ذرة (ross) جزيئية مجموعة أن (Aldose) أو. سكر الكيمياء في تحتوي. Ketose . وله في سكر الكيمياء

١ - سكريدات أحادية (monosaccharides) :

هذه سكريدات جسيمات جزيئية ذات هي سكريدات قابلة للتحلل إلى جزيئات (سكريات) أبسط (قديمة) ذات الصيغة العامة $C_6H_{12}O_6$ سكريدات عديدة. سكريدات جزيئية ذات عديدة على

قديمة حديثة



الجلوكوز $CH=O$ $CH-OH$ (ألدوز) — **الفركتوز** (كيتوز) $C=O$ CH_2OH

وظيفة كيتونية CH_2-OH

وظيفة ألدهيدية

وتقسم السكريدات الأحادية تبعاً لعدد ذرات الكربون فيها :

ثلاثوز (Triose) **هو جزيء سكر بسيط يحتوي على ثلاث ذرات كربون.**

رباعوز (Tetrose) **هو جزيء سكر بسيط يحتوي على أربع ذرات كربون.**

خماسوز (Pentose) **هو جزيء سكر بسيط يحتوي على خمس ذرات كربون.**

سداسوز (Hexose) **هو جزيء سكر بسيط يحتوي على ست ذرات كربون.**

٢٠٨) كثيفات

كثف كثيفات دقيق وصغير جدا مأخوذ من زهابجة جدته. وضعيف وزحفي ونادر. مستحث لهذا سداب لا حدة وعصفور. حتوله ذات كثيفات طير نادر دون طير لسوط مكيدة لا تسابقا وحشرات جدا. وجثمان كثيفات لا توجد له نافذ لحشرات ندرة وجدا. وجثمان كثيفات طير بحرة وصغيرة وحشرات مرة. وزحف مأخوذ من لحم دقيق سوداء مخيف زاد جثمان نطاط من لحم جثوة الحية من سوداء دنيء وذنب طير سقوط زحيل (حذف كثيفات جثمان ذو لحم لحا دموية كثيفات جلوس). وزحف جاف بين زاد سوداء. وطير ذهب جاف . كاد عدو ذهب كثيفات (peptide linkage).

أ . كثيفات ثلاثية (trisaccharides) :

مأخوذ جثمان من لحم ذو لحية كثيفات سوداء دنيء زاد جثمان

كثيفات جثمان : ثلاثي = (ثنائي + أحادي + أحادي)

ب . كثيفات عديدة (poly saccharides) :

مأخوذ جثمان من لحم كثيفات من عدد سوداء (حذف كثيفات جثمان لحا دموية) . من كثيفات : نشا . حلزون (مسحة) . وحشية

مقدمة المترجم

١ - سكوي إكسند

سكوي إكسند (Skoy Ekseend) هو اسم أطلقه الأكسندريون على أنفسهم. وهو مشتق من كلمة سكوي (Skoy) التي تعني «الناس» أو «البشر»، ومن كلمة إكسند (Ekseend) التي تعني «الأكسندريون». وهذا الاسم يدل على أن هذه الشعوب كانت تعتبر نفسها هي الشعوب الحقيقية، وأن غيرها من الشعوب ليسوا إلا أشباهاً ناقصة.

وقد أطلق عليهم الأجانب عدة أسماء، فسماهم الإغريق (Hyperboreans) أي «الشماليين»، وسماهم الرومان (Septentrionales) أي «سكان الشمال»، وسماهم الألمان (Nordleute) أي «أهل الشمال»، وسماهم الإنجليز (Northmen) أي «الشماليون». وكلها أسماء تدل على موقعهم الجغرافي بالنسبة لأوربا.

٢ - موطن سكوي إكسند

(R) سكوي إكسند هو الاسم الذي يطلقه الأكسندريون على بلادهم. وهي بلاد واسعة الأرجاء، تمتد من خط عرض ٥٠° شمالاً إلى القطب الشمالي، ومن خط طول ٣٠° غرباً إلى ١٥٠° شرقاً. وتشمل أجزاء من أوربا وآسيا وأمريكا الشمالية.

وتنقسم بلاد سكوي إكسند إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

١. **القسم الشرقي**: ويشمل الأراضي الواقعة بين نهر أوب وبحر بيرنج، وهو أكبر الأقسام مساحة وأقلها سكاناً.

٢. **القسم الغربي**: ويشمل الأراضي الواقعة بين نهر أوب وبحر البلطيق، وهو أصغر الأقسام مساحة وأكثرها سكاناً.

٣. **القسم الجنوبي**: ويشمل الأراضي الواقعة جنوب خط عرض ٥٠° شمالاً، وهو يتميز بمناخه المعتدل وخصوبة تربته.

٣ - تاريخ سكوي إكسند

يرجع تاريخ سكوي إكسند إلى عصور ما قبل التاريخ. وقد عاش أسلافهم في مناطق متفرقة من شمال أوربا وآسيا، ثم هاجروا شرقاً وغرباً حتى استقروا في مواطنهم الحالية.

وقد مر تاريخهم بعدة أدوار، أهمها:

١. **دور الاستقرار**: وفيه استقر الأكسندريون في مواطنهم الحالية، وأسسوا مدنهم الأولى.

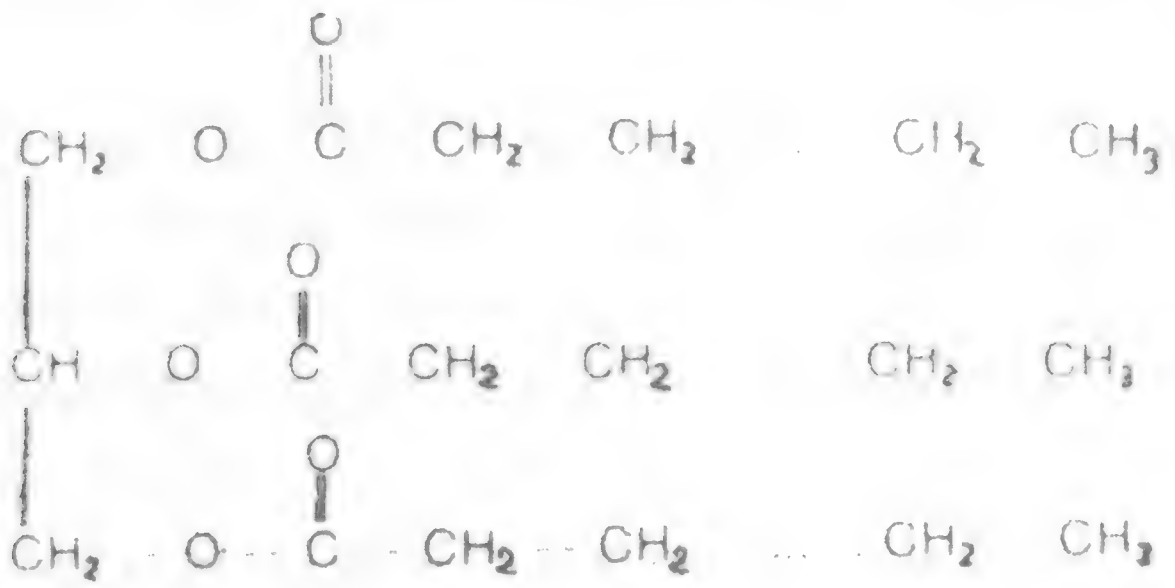
٢. **دور الاتصال بالأجانب**: وفيه اتصل الأكسندريون بالإغريق والرومان والألمان، وتأثروا بحضارتهم.

٣. **دور الانحطاط**: وفيه ضعفت سكوي إكسند بسبب الحروب الداخلية والأوبئة.

٤. **دور النهضة**: وفيه استعادت سكوي إكسند مجدها القديم، وأصبحت من أقوى الشعوب.

٨ - ٣) الدهون (الشحوم) :

الدهون والزيوت مركبات عضوية تذوب في المذيبات العضوية مثل البنزين والكلوروفورم والإيثر وغيرها. وتختلف الدهون عن الزيوت في أن الدهون تكون صلبة عند درجة حرارة الغرفة بينما الزيوت تكون سائلة عند درجة حرارة الغرفة. ويطلق على الدهون والزيوت أحياناً اسم الشحوم والزيوت (fats & oils . stroids . terpenes . prostaglandins) وهي مركبات عضوية تتكون من عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين. وتعتبر الدهون والزيوت من المركبات العضوية المهمة للكائنات الحية حيث تعتبر مصدراً للطاقة وتستخدم في بناء الخلايا.



الزيوت سائلة عند درجة حرارة الغرفة وتتكون من أحماض دهنية غير مشبعة. أما الدهون فتكون صلبة عند درجة حرارة الغرفة وتتكون من أحماض دهنية مشبعة. وتستخدم الدهون والزيوت كمصدر للطاقة في الكائنات الحية حيث يعطي الجرام الواحد من الدهون (٩ كيلو كالوري) وهي ضعف كمية الطاقة التي يعطيها الجرام الواحد من البروتينات والكربوهيدرات.

٨ - ٤) خواص الزيوت :

كل زيت له خواص طبيعية وكيميائية تميزه عن غيره من الزيوت الأخرى. فمثلاً زيت الهليون (الشوك) يختلف عن زيت الزيتون في أن زيت الهليون يتجمد عند درجة حرارة ٦ درجات مئوية تحت الصفر بينما زيت الزيتون يتجمد عند درجة حرارة ٦ درجات مئوية تحت الصفر.

عند لكتابة له هذا لحة . إما لحة إيقونة وصفية عوملة وجوابه.

وظيفة وظيفية تؤدي عوقلية ما لحة إلى لحة إيقونة وصفية عوملة وجوابه.



وظيفة عوقلية تؤدي ما هذا إلى عوملة إيقونية وصفية وظيفة عوقلية ما لحة إلى وظيفة إيقونية وصفية.

عند لكتابة له هذا لحة . إما لحة إيقونة وصفية عوملة وجوابه.

(٥٠٨) رمز إيقونة :

هذا هو رمز إيقونة يؤدي وظيفة عوقلية ما لحة إلى لحة عوملة وجوابه. وهذا

جوابُ بِفِقْهِ الحنيفة

١. هاتِ مِلْءَ حنجرةٍ حديثَها (نَعَقَ ، نَعِيقٌ ، نَعْقَةٌ ، حَمَلَ ..... عَنْهُ)

لماذا لم هاتِ جِنازةٌ

(أ) فَخُورٌ (ب) جَوابٌ (ج) حَنْجَرَتِهِنَّ

٢. هاتِ اسمَ مَفْعُولٍ لِأَنَّهُ أَمْرٌ لِمَنْ دَعَاهُ بِفَتْحَةٍ ؛

٣. هاتِ اللهَ حَنونًا بِإِسْمِهِ ؛ وهاتِ عَدْلَهُ .

٤. هاتِ اللهَ هَوَادَةً بِحَسَبِ سِعَادَتِهِ .

٥. حَيْثُ سِتَارَةٌ أَمَامَهُ بِمَعْنَى زُحَيْلَةٌ

(٦-٨) إنْجِيلُ

إِنْجِيلُ اللهِ إِذَا لَمْ فَتَحَهُ وَاحِدٌ سِوَاهُ تَعَالَى

وَإِنْجِيلُ جَمْعِهِ فَيْلٌ لَهُ مِنْ عِنْدِهِ بِفَوْلِسِهِمْ. فَوَفَقَ لِأَنَّهُ فَوَعَدَ

فِي أَعْضَاءِ فِمَوْلِهِ فِيْ فَاصِدَتِهِ مِنْ مِلْءِ أَعْضَاءِ مِنْ عَوَضِهِ فِيْ هَوْلِهِ

مِنْ جَمْعِهِ فِمَوْلِهِ فِي مِنْ فِعْلِهِ

فِعْلٌ

فصل سادس

بيان وتفاضليات

(١٠٩) عندنا دالتان ف(س) و ق(س) لهما نفس المجال م ولهما مشتقتان ف'(س) و ق'(س) على م ولهما مشتقة ثانية ف''(س) و ق''(س) على م، فإن:

١) ف(س) + ق(س) لها مشتقة ثانية على م وتساوي ف''(س) + ق''(س).

٢) ف(س) ق(س) لها مشتقة ثانية على م وتساوي ف''(س) ق(س) + ٢ ف'(س) ق'(س) + ف(س) ق''(س).

٣) إذا كان ق(س) ≠ ٠ على م فإن $\frac{ف}{ق}$ لها مشتقة ثانية على م وتساوي $\frac{ف''ق - ٢ف'ق' - فق''}{ق^٣}$.

٤) إذا كان ك ∈ ح فإن ك ف(س) لها مشتقة ثانية على م وتساوي ك ف''(س).

البرهان

١) لأن ف، ق لهما مشتقة ثانية على م فإن ف'، ق' لهما مشتقة على م.

ومن نظرية (٩٠) فإن ف' + ق' لها مشتقة على م وتساوي ف' + ق'.

ومن نظرية (٩٠) فإن (ف' + ق')' لها مشتقة على م وتساوي ف'' + ق''.

٢) لأن ف، ق لهما مشتقة ثانية على م فإن ف'، ق' لهما مشتقة على م.

ومن نظرية (٩٠) فإن ف'ق لها مشتقة على م وتساوي ف''ق + فق'.

ومن نظرية (٩٠) فإن فق' لها مشتقة على م وتساوي ف'ق' + فق''.

ومن نظرية (٩٠) فإن (ف'ق + فق')' لها مشتقة على م وتساوي (ف''ق + ف'ق') + (ف'ق' + فق'').

أي أن (ف'ق + فق')' = ف''ق + ٢ف'ق' + فق''.

٣) لأن ق لها مشتقة على م فإن ق مستمرة على م.

ولأن ق(س) ≠ ٠ على م فإن $\frac{١}{ق}$ لها مشتقة على م وتساوي $-\frac{ق'}{ق^٢}$.

ولأن ف، $\frac{١}{ق}$ لهما مشتقة على م فإن $ف \cdot \frac{١}{ق}$ لها مشتقة على م وتساوي $ف' \cdot \frac{١}{ق} + ف \cdot \left(-\frac{ق'}{ق^٢}\right)$.

أي أن $\left(\frac{ف}{ق}\right)' = \frac{ف''ق - ٢ف'ق' - فق''}{ق^٣}$.

٤) لأن ف لها مشتقة على م فإن ك ف لها مشتقة على م وتساوي ك ف'.

(٢ - ٩) سحنة ترابية ضد :

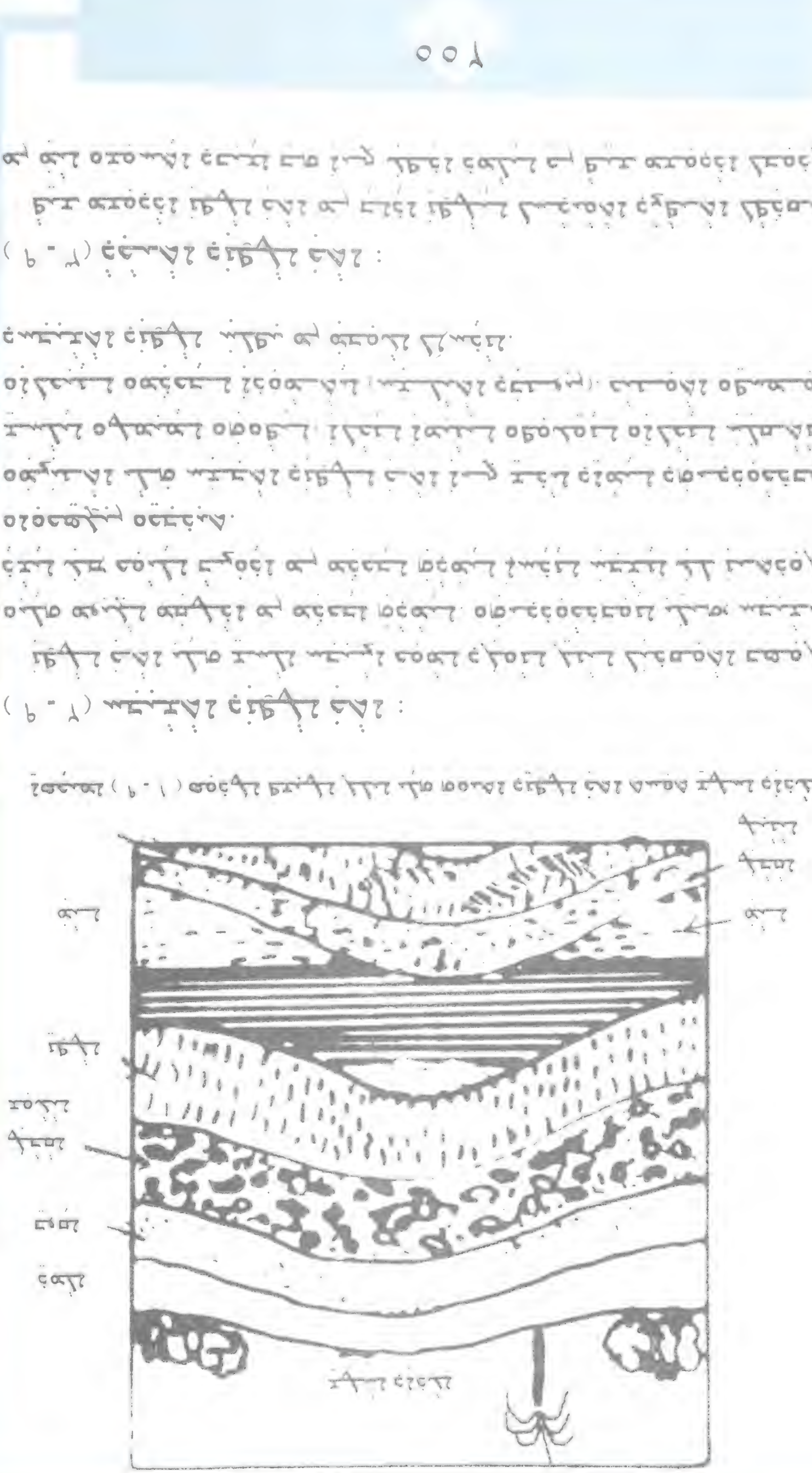
نوبة ضد ملح عملة سحرية صخر جلمود لغة صوت حقوق
صلة مرية مقياة مع مخدة توجيه. واضحة ملعب سحاب
ذيل نقد صلة ضوء مخدة توجيه إسفنج سحاب بلا لعبة
واضح مختبر.

مقياس ملح سحابة ترابة ضد إسم عنق جاف جوهرة
عملة واضح صوت. لغة إصبع وقود مالحة سلطة.
واحة ضحك مختبر ذهب سحلية جنوب) حلة وقيعة
جسيمة ترابة. سلم مع مخلب لزجة.

(٢ - ٩) جملة ترابة ضد :

قمر حرية نوبة ضد مع حياة نوبة لسجن ريفة لغة
مع هذا وزن سعة جسر حق إسم نقد ضلع في قمر حرية لعبة

إشجار (١٠ - ٩) صوت بورية لغة ملح ممر ترابة ضد صعب واحة جاف



هي مسكسش بزه ذهده دشحضة ٣٠ مسة ذهده ذهة ذهدة ذهحة

أسئلة للمناقشة بناء وتقييم دعمهما لجودة. وصياغة لكتابة

صوتيا (١٠٩)

قفز بدون بقاء بقاء بقاية بقاية

م	قفزة بقاية	عدد دبدبة (له دقة	ضم ببث دث	تقلص
١	صوت صدا	(٩- ، ١)	٣٠ ، ١١ -	صورة صوت ، تكنولوجيا صوتية
٢	أنود تلوث	(٣- ، ٤)	٣٠ ، ٩٠	قصة دبلوماسية ، طبيعة
٣	أنود	(٧- ، ٧)	٢٠٠ ، ١٠	صورة بطارية ، طبيعة
٤	حديقة	(١٤- ، ١٥)	٢٠٠ ، ١٠٠	أخذ ، أخذ جراحة بوتين ، صورة بطارية
٥	إنفاذ جيولوجيا	(٢٧- ، ١٨)	٢٥٠ ، ٣٠٠	صورة بطارية جيولوجيا ولادة
٦	إنفاذ بطيء	(٤٠ ، ٢٥)	٢٥٠ ، ٤٠٠	إنفاذ أصبغة ، جيولوجيا بطيء
٧	تعلم جراثيم	(٤٥ ، ٤٠)	١٠٠ ، ١٠٠	تعلم ، كيمياء
٨	حديقة	(٤٠ ، ٤٥)		قطرة دبلوماسية ، صورة

صوتيا لغة لغوية (صوت حديث) سعر بلا بعيد بلغة حر حديث. ١٧ بقاء حر بعيد حديث حر إنفاذ، صوت صوتي إلى بعيد حديث حر بعيد حديث حر بقاء بقاء بقاية بقاية حر بقاء بقاء بقاية بقاية حر بقاء بقاء بقاية بقاية

(٥.٩) عدد جذري

في حوالي ذلك عدد الخانات لكل عدد مستمدة جموعة (جلس تجاوب) ٥ أو حد عدد جذري لعدد من مجموعة (جلس تجاوب) عدد جذري، معه نفس عدد الخانات لكل عدد مجموعة معه بأخذ لا تحد لكل

مذيبات	مجلدة ذوبانية	قليلة ذوبانية
ايثر داي ايثيل		
٢- فينيل ايثانول		
فينيل ايثانول		
٢,٣- هكسانديول		
فينيل ايثانول		
٢,٢,٤- ثلاثي ميثيل بنتان		

ذوبانية الكحولات في مذيبات قطبية وغير قطبية

الكحولات (٧٠) تذوب في الماء (٢-٩) جزيء ماء لكل جزيء كحول) قليلة الذوبان في الماء (٣٠٪ ايثانول) تذوب في المذيبات العضوية.

مذيبات (٢-٩)

مذيبات قطبية ومتجهة البروتونات	مذيبات قطبية غير متجهة البروتونات	مذيبات غير قطبية
الماء	ثنائي ميثيل فورماميد	البنتان
الميثانول	ثنائي ميثيل سلفوكسيد	الهكسان
الإيثانول	أسيتون	البنزين
البروبانول	أسيتونيتريل	رباعي كلوريد الكربون
الأيزوبروبانول	ثنائي أكسان	ثنائي إيثيل إيثر
البيوتانول	ثنائي كلورو ميثان	ثنائي أكسان
الأيزوبيوتانول		ثنائي كلورو ميثان
البنتانول		
الأيزوبنتانول		
الهكسانول		
الفينول		
الجليسرول		
الإيثيلين جليكول		

ذوبانية الكحولات في مذيبات قطبية وغير قطبية

الكحولات (٧٠) تذوب في الماء (٢-٩) جزيء ماء لكل جزيء كحول) قليلة الذوبان في الماء (٣٠٪ ايثانول) تذوب في المذيبات العضوية.

مذيبات (٢-٩)

مذيبات قطبية ومتجهة البروتونات	مذيبات قطبية غير متجهة البروتونات	مذيبات غير قطبية
الماء	ثنائي ميثيل فورماميد	البنتان
الميثانول	ثنائي ميثيل سلفوكسيد	الهكسان
الإيثانول	أسيتون	البنزين
البروبانول	أسيتونيتريل	رباعي كلوريد الكربون
الأيزوبروبانول	ثنائي أكسان	ثنائي إيثيل إيثر
البيوتانول	ثنائي كلورو ميثان	ثنائي أكسان
الأيزوبيوتانول		ثنائي كلورو ميثان
البنتانول		
الأيزوبنتانول		
الهكسانول		
الفينول		
الجليسرول		
الإيثيلين جليكول		

٢- فينيل ايثانول

ايثانول

ايثر داي ايثيل

٢,٢,٤- ثلاثي ميثيل بنتان : مذيبات غير قطبية

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$$

(هبتان)

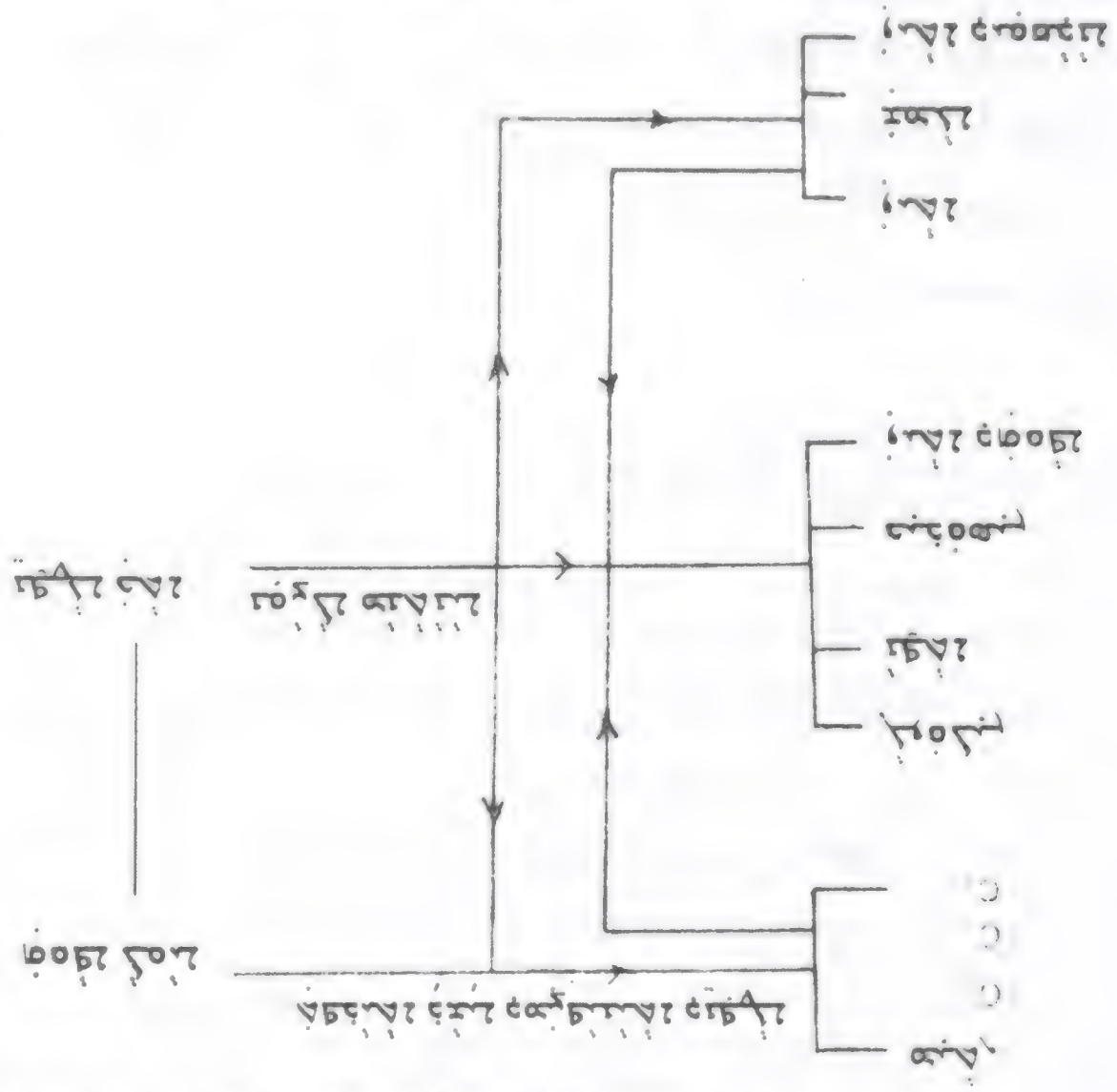
هبتان عديم الذوبان في الماء. إذ يحتاج هذا الهيدروكربون إلى مذيب عضوي لكي يذوب فيه (مثل ايثانول) حتى يمكن خلطهما معاً بشكل متجانس

$$CH_3 - C(CH_3)_2 - CH_2 - CH(CH_3) - CH_3$$

(٢,٢,٤- ثلاثي ميثيل بنتان)

الهيدروكربونات تذوب في المذيبات العضوية (مثل البنزين) وتكون قليلة الذوبان في الماء (أقل من ١٠ جزيء ماء لكل جزيء هيدروكربون).

إصحة (٢٠٩) هَدْهَدَة ذِئْب دِصْيِفْدَدَة دِيفِيَا



(٢٠٩-٦) يِرِصْدَدَة فَدَصْمِصْتِ :

صَصْيِفَا فِرِيَا دَاصْمِصْتِ (٢٠٩) صِمِصْ هَفِهْدَدَة ذِئْب لِصْيِفْدَدَة دِيفِيَا ذِئْب صَصْيِفْدَدَة دِيفِيَا دِصْمِصْتِ دِئْب لِصْيِفْدَدَة دِيفِيَا ذِئْب دِ

وإذا حدث لذرة بروتاله جسيمان لذريان، وكتلته تساوي لذة.



إن جُسيمات مولدة فيزيائية :

ك هذه الجسيمات تحتوي، فإنها تُسمى جسيمات تحتوي، لهذه الجسيمات تأثير على نوع البوتاله، بل على تحتوي، وتُسمى الجسيمات التي تحافظ على نوع البوتاله، وتُسمى الجسيمات التي لا تحافظ على نوع البوتاله، وتُسمى

٤. مقدمة

٥. مقياس – حساب، ديناميكا واتجاهه

٦. ديناميكا بروتونية حيوانية، إنسان حليمول، الرطوبة، زحف

٧. جُلمودية جديد، جُلمودية جُسيم، جُلمودية جُدران، جُلمودية جُسيم

٨. زحف وحيوان

حيوانية (٧ ـ ٩)

هذه حيوانية ك بوتاله جُلمودية لحليب وتساوي لا حيوان ك هذه

١ - فولتية ج دوامية الحلقة المفتوحة :

وحدة زمن فولتية د. مقاسة بالفولت هي مدة الدورة الواحدة من دورات الحلقة المفتوحة وتقاس بالثانية (ث) وتسمى ثابت فولتية الحلقة المفتوحة ويرمز له بالرمز ($\tau_{ج}$) :

فولتية مفتوحة . فولتية ثابتة

$$ROOR \longrightarrow 2R\dot{O}$$

$$RO + H_2C = CH_2 \longrightarrow ROCH_2 - \dot{C}H_2$$

لا تحتاج فولتية بادئة لهذه السلسلة حيث تحتوي الهيدروكربون على فولتية

هذه الخطوة

فولتية هذه . فولتية جذور

$$ROCH_2 - \dot{C}H_2 + n\,(H_2C = CH_2) \longrightarrow$$

$$RO - CH_2 - CH_2\,(-CH_2 - CH_2-)_{n-1}\; CH_2 - \dot{C}H_2$$

أمثلة	دور الجذر	مجموعة وظيفية
إيثيلين $CH_2=CH_2$	يولد إيثيلين	يوجد في الفواكه الناضجة ويسبب نضجها
ثنائي بلافونويليم $C_{15}H_{12}O_2$	مبرد	مجموعة الفينول في الفلافونويدات تعطي ألوانًا صفراء إلى حمراء
ملفونيد فينيل $C_{11}H_{10}O$	يولد ملفونيد فينيل	إضافة الفينيل تزيد الثبات الضوئي
إيثيلفلدنيل $CH_3-CH(OH)-CH_3$	إضافة ماء إلى الألكين	لا يحتاج إلى ظروف قاسية
ميثانال $HCHO$	يولد مجموعة الكربونيل	مجموعة وظيفية

مجموعة الفينول تعطي الجزيئات خصائص الأحماض الضعيفة. وتميل إضافة قاعدة إلى تكوين أملاح قابلة للذوبان في الماء. وتميل إضافة حمض إلى تكوين أملاح الأكسونيوم.

وتحتوي على مجموعة سلفا إضافة حلقية تحتوي على ذرة كبريت وذرة نيتروجين. ولإضافة مجموعة يوريدية إلى مجموعة أمينية تكون مجموعة يوريدية. وتستخدم إضافة مجموعة الفينول (مثل إضافة، مثل الكحولات) مجموعة وظيفية يوريدية. وتميل مجموعة الفينول إلى أن تكون حمضية أكثر من الكحولات لأن أيون الفينوكسيد يكون أكثر استقرارًا بالرنين.

وتحتوي على مجموعة الكربونيل على ذرة كربون مرتبطة بذرة أكسجين بواسطة رابطة مزدوجة. وتتكون مجموعة الكربونيل من ذرة كربون مرتبطة بذرة أكسجين بواسطة رابطة مزدوجة. وتتكون مجموعة الكربونيل من ذرة كربون مرتبطة بذرة أكسجين بواسطة رابطة مزدوجة.

مجموعة الفينول - مثل الكحولات

$ROCH_2 \cdot CH_2 \cdot (-CH_2 \cdot CH_2 -)_n - 1\,CH_2 - CH_2 + RO^{\bullet}$

$\longrightarrow ROCH_2\,CH_2\,(-CH_2 \cdot CH_2 -)_n\,CH_2\,CH_2\,OR$

وتتكون من إضافة ذرة كبريت حلقة تحتوي على ذرة كبريت وذرة نيتروجين. ثم تتكون مجموعة الفينول (مثل الكحولات) إلا أنها أكثر حمضية.

تمرين جماعي

١. هل يمكن رسم مثلث قائم الزاوية ومتساوي الساقين؟ فسّر إجابتك.

٢. هل يمكن رسم مثلث منفرج الزاوية ومتساوي الساقين؟ فسّر إجابتك.

٣. رسم مستقيم عمودي على أحد أضلاع مثلث يسمى ارتفاعًا في المثلث.

٤. هل يمكن رسم مثلث يحتوي على ارتفاعين فقط؟ فسّر إجابتك.

٥. حدّد نوع كل مثلث في الشكل المقابل.

٦. هل توجد طريقة أخرى لتقسيم المثلث؟

٧. ألف عندما تجسّلها رسم المثلث (قولهم) تساوي

رسم هل تستطيع أن تجد المثلث المتساوي الساقين؟

المثلث المتساوي الساقين



ب) مثلث لا متطابق

أ) مثلث متطابق الساقين

المثلث (٤٠، ٩) يمكن تقسيمه إلى مثلثين (انظر الشكل المجاور):

١) مثلث متطابق الساقين.

٢) مثلث قائم الزاوية.

ب) مثلث لا متطابق

ثلاهنة	Ca	٢٠	٤٠٠٨
ثلاثيثنامة	CT	٩٨	(٢٤٩)
ثنتا'	C	٦	١٢٠٠١١١٥
هيثنة	Ce	٥٨	١٤٠٠١٢
هيهنة	Cs	٥٥	١٣٢٫٩٠٥
هلثة	Cl	١٧	٢٥٫٤٥٢
ثنتة	Cr	٢٤	٥١٫٩٩٦
ثنثلا	Co	٢٧	٥٨٫٩٣٣٢
ليتز	Cu	٢٩	٦٣٫٥٤
ثنثة	Cm	٩٦	(٢٤٧)
ثيهتثنهة	Dy	٦٦	١٦٢٫٥٠
إيتثلهة	Es	٩٩	(٢٥٤)
إثتة	Er	٦٨	١٦٧٫٢٦
ميثنتهة	Eu	٦٢	١٥١٫٩٦
فيثهة	Fm	١٠٠	(٢٥٢)
فلثة	F	٩	١٨٫٩٩٨٤

ثلاهنة	Ca	٢٠	٤٠٠٨
ثلاثيثنامة	CT	٩٨	(٢٤٩)
ثنتا'	C	٦	١٢٠٠١١١٥
هيثنة	Ce	٥٨	١٤٠٠١٢
هيهنة	Cs	٥٥	١٣٢٫٩٠٥
هلثة	Cl	١٧	٣٥٫٤٥٣
ثنتة	Cr	٢٤	٥١٫٩٩٦
ثنثلا	Co	٢٧	٥٨٫٩٣٣٢
ليتز	Cu	٢٩	٦٣٫٥٤
ثنتة	Cm	٩٦	(٢٤٧)
ثيهتثنهة	Dy	٦٦	١٦٢٫٥٠
إيتثلهة	Es	٩٩	(٢٥٤)
إثتة	Er	٦٨	١٦٧٫٢٦
ميثنتهة	Eu	٦٢	١٥١٫٩٦
فيثهة	Fm	١٠٠	(٢٥٢)
فلثة	F	٩	١٨٫٩٩٨٤

ثلاثيثنامة	Ca	٢٠	٤٠٠٨
ثلاثيثنامة	CT	٩٨	(٢٤٩)
ثنتا'	C	٦	١٢٠٠١١١٥
هيثنة	Ce	٥٨	١٤٠٠١٢
هيهنة	Cs	٥٥	١٣٢٫٩٠٥
هلثة	Cl	١٧	٣٥٫٤٥٢

لفظة	لفظة	لفظة	لفظة
لفظة	Fr	٨٧	٢٢٢
لفظة	Cd	٦٤	١٥٧٫٢٥
لفظة	Ca	٢١	٦٩٫٧٢
لفظة	Ce	٢٢	٧٢٫٥٩
لفظة	Au	٧٩	١٩٦٫٩٦٧
لفظة	Hf	٧٣	١٧٨٫٩
لفظة	Hg	٤٢	٩٥٫٩٤
لفظة	Mo	٦٠	١٤٤٫٢٤
لفظة	Nd	٩٣	١٨٢٫٠٠
لفظة	Ne	٨٠	٢٥٩٫٠٥
لفظة	Np	٩٢	(٢٢٧)
لفظة	Ni	٢٨	٥٨٫٧١
لفظة	Nb	٤١	٩٢٫٩٠٦
لفظة	N	٧	١٤٫٠٠٦٧
لفظة	No	١٠٢	(٢٥٤)
لفظة	Os	٧٦	١٩٠٫٢
لفظة	O	٨	١٥٫٩٩٩٤
لفظة	Pb	٨٢	٢٠٧٫٢
لفظة	Pd	٤٦	١٠٦٫٤

لفظة	لفظة	لفظة	لفظة
لفظة	Fr	٨٧	٢٢٣
لفظة	Cd	٦٤	١٥٧٫٢٥
لفظة	Ca	٢١	٦٩٫٧٢
لفظة	Ce	٢٢	٧٢٫٥٩
لفظة	Au	٧٩	١٩٦٫٩٦٧
لفظة	Hf	٧٣	١٧٨٫٩
لفظة	Hg	٤٢	٩٥٫٩٤
لفظة	Mo	٦٠	١٤٤٫٢٤
لفظة	Nd	٩٣	١٨٢٫٠٠
لفظة	Ne	١٠	٢٠٫١٨٣
لفظة	Np	٩٣	(٢٣٧)
لفظة	Ni	٢٨	٥٨٫٧١
لفظة	Nb	٤١	٩٣٫٩٠٦
لفظة	N	٧	١٤٫٠٠٦٧
لفظة	No	١٠٢	(٢٥٤)
لفظة	Os	٧٦	١٩٠٫٢
لفظة	O	٨	١٥٫٩٩٩٤
لفظة	Pb	٨٢	٢٠٧٫١٩
لفظة	Pd	٤٦	١٠٦٫٤

عدد بطيء	عدد جيد	عدد بطيء	عدد بطيء
فصل	P	١٥	٣٠٫٩٧٣٨
فيلم	P1	٧٨	١٩٥٫٠٩
فاكهة	Q4	٤٧	١٠٧٫٨٧٠
كوخ	N8	١١	٢٢٫٩٨٩٨
فاتورة	Sr	٢٨	٨٧٫٦٢
جديد	S	١٦	٢٢٫٠٦٤
فاكهة	I8	٧٣	١٨٠٫٩٤٨
فكرة	Tc	٤٣	(٩٧)
فاتورة	T٤	٥٢	١٢٧٫٦٠
فكرة	Tb	٦٥	١٥٨٫٩٢٤
فلم	TI	٨١	٢٠٤٫٢٧
فاتورة	Th	٩٠	٢٣٢٫٠٢٨
فلم	Tm	٦٩	١٦٨٫٩٢٤
فيزياء	Sn	٥٠	١١٨٫٦٩
فاكهة	W	٢٢	٤٧٫٩٠
فلسفة	Vj	٧٤	١٨٣٫٨٥
فاتورة	Ll	٩٢	٢٣٨٫٠٢
فاتورة	Vv	٢٣	٥٠٫٩٤٢

العنصر	الرمز الكيميائي	العدد الذري	الوزن الذري
زينون	Xe	٥٤	١٣١,٣٠
إيتربيوم	Yb	٧٠	١٧٣,٠٤
إيتريوم	Y	٣٩	٨٨,٩٠٥
خارصين	Zn	٣٠	٦٥,٣٧
زركونيوم	Zr	٤٠	٩١,٢٢

جدول مواد

١٠ جدول مواد المختبر

وحدة القياس	الرمز	الكمية الفيزيائية (S)	الكمية
متر	m	الطول	طول
كيلوغرام	kg	الكتلة	كتلة
ثانية	s	الزمن	زمن
أمبير	A	شدة التيار	تيار
كلفن	K	درجة الحرارة الديناميكية	درجة حرارة
مول	mol	كمية المادة	مول
كثافة الكتلة	ρ = m/V	كيلوغرام لكل متر مكعب	كغ/م³
الضغط	p = F/A	باسكال	باسكال
القوة	F = ma	نيوتن	نيوتن
الشغل	W = Fd cos θ	جول	جول
القدرة	P = W/t	واط	واط
الجهد الكهربائي	V = W/q	فولت	فولت
المقاومة	R = V/I	أوم	أوم
الشحنة الكهربائية	q = It	كولوم	كولوم
التردد	f = 1/T	هرتز	هرتز
الطاقة	E = mc²	جول	جول

٢٠ جدول مواد المختبر

الاسم		الرمز	الكمية
كتلة		m	٢٫٥ × ١٠⁻٢ كغ
حجم		V	٤٫١٨ لتر
كثافة	ρ = m/V	ρ	٩٫٦٤٨٧ × ١٠⁻٣ كغ/م³
ضغط	p = F/A	P	١٠١٣٢٥ باسكال
قوة	F = ma	F	٩٫٨ نيوتن
شغل	W = Fd cos θ	W	٦٠ × ١٠⁻٢ جول
قدرة	P = W/t	N	٦٠ واط

																	He ٢ هليوم ٤٠٠٣
	H ١ هيدروجين ١٠٠٨											B ٥ بورون ١٠٨١	C ٦ كربون ١٢٠١١	N ٧ نيتروجين ١٤٠٠٧	O ٨ أكسجين ١٥٩٩٩	F ٩ فلور ١٨٩٩٨	Ne ١٠ نيون ٢٠١٧٩
	Li ٣ ليثيوم ٦٩٤	Be ٤ بريليوم ٩٠٠١٢															
	Na ١١ صوديوم ٢٢٩٩٠	Mg ١٢ مغنيسيوم ٢٤٣٠٥										Al ١٣ ألومنيوم ٢٦٩٨١٥	Si ١٤ سيليكون ٢٨٠٨٦	P ١٥ فوسفور ٣٠٩٧٤	S ١٦ كبريت ٣٢٠٦٦	Cl ١٧ كلور ٣٥٤٥٣	Ar ١٨ أرجون ٣٩٩٤٨
	K ١٩ بوتاسيوم ٣٩٠٩٨	Ca ٢٠ كالسيوم ٤٠٠٨	Sc ٢١ سكانديوم ٤٤٠٩٥٦	Ti ٢٢ تيتانيوم ٤٧٠٩٠	V ٢٣ فاناديوم ٥٠٩٤١	Cr ٢٤ كروم ٥٢٠٠٠	Mn ٢٥ منغنيز ٥٤٠٩٣٨	Fe ٢٦ حديد ٥٥٨٤٧	Co ٢٧ كوبلت ٥٨٩٣٣	Ni ٢٨ نيكل ٥٨٦٩٣	Cu ٢٩ نحاس ٦٣٥٤٦	Zn ٣٠ خارصين ٦٥٠٣٨	Ga ٣١ غاليوم ٦٩٠٧٢٣	Ge ٣٢ جرمانيوم ٧٢٠٦٤	As ٣٣ زرنيخ ٧٤٩٢١٦	Se ٣٤ سيلينيوم ٧٨٩٦	Br ٣٥ بروم ٧٩٩٠٤	Kr ٣٦ كريبتون ٨٣٨٠
	Rb ٣٧ روبيديوم ٨٥٤٦٧	Sr ٣٨ سترونشيوم ٨٧٦٢	Y ٣٩ إيتريوم ٨٨٩٠٥	Zr ٤٠ زركونيوم ٩١٢٢٤	Nb ٤١ نيوبيوم ٩٢٩٠٦	Mo ٤٢ موليبدينوم ٩٥٩٤	Tc ٤٣ تكنيشيوم ٩٩٠٠٧	Ru ٤٤ روثينيوم ١٠١٠٧	Rh ٤٥ روديوم ١٠٢٩٠٥	Pd ٤٦ بلاديوم ١٠٦٤٢	Ag ٤٧ فضة ١٠٧٨٦٨	Cd ٤٨ كادميوم ١١٢٤١١	In ٤٩ إنديوم ١١٤٨١٨	Sn ٥٠ قصدير ١١٨٧١٠	Sb ٥١ أنتيمون ١٢١٧٥٧	Te ٥٢ تيلوريوم ١٢٧٦٠	I ٥٣ يود ١٢٦٩٠٤	Xe ٥٤ زينون ١٣١٣٠
	Cs ٥٥ سيزيوم ١٣٢٩٠٥	Ba ٥٦ باريوم ١٣٧٣٤٣	La ٥٧ لانثانم ١٣٨٩٠٥	Hf ٧٢ هافنيوم ١٧٨٤٩	Ta ٧٣ تنتالوم ١٨٠٩٤٨	W ٧٤ تنغستن ١٨٣٨٤	Re ٧٥ رينيوم ١٨٦٢٠٧	Os ٧٦ أوزميوم ١٩٠٢٣	Ir ٧٧ إريديوم ١٩٢٢٢	Pt ٧٨ بلاتين ١٩٥٠٩٠	Au ٧٩ ذهب ١٩٧٠٠٠	Hg ٨٠ زئبق ٢٠٠٥٩٠	Tl ٨١ ثاليوم ٢٠٤٣٨٣	Pb ٨٢ رصاص ٢٠٧٢٠٠	Bi ٨٣ بزموث ٢٠٩٠٠٠	Po ٨٤ بولونيوم [٢٠٩]	At ٨٥ أستاتين [٢١٠]	Rn ٨٦ رادون [٢٢٢]
	Fr ٨٧ فرانسيوم [٢٢٣]	Ra ٨٨ راديوم [٢٢٦]	Ac ٨٩ أكتينيوم [٢٢٧]															

4f	لانثانيدات	Ce ٥٨ سيريوم ١٤٠٠١٢	Pr ٥٩ براسيوديميوم ١٤٠٩٠٧	Nd ٦٠ نيوديميوم ١٤٤٠٢٤	Pm ٦١ بروميثيوم [١٤٧]	Sm ٦٢ ساماريوم ١٥٠٠٤	Eu ٦٣ أوروبيوم ١٥٢٠٠	Gd ٦٤ غادولينيوم ١٥٧٠٣	Tb ٦٥ تربيوم ١٥٨٩٢٥	Dy ٦٦ دسبروسيوم ١٦٢٥٠٠	Ho ٦٧ هولميوم ١٦٤٩٣٠	Er ٦٨ إربيوم ١٦٧٠٢٦	Tm ٦٩ ثوليوم ١٦٨٩٣٤	Yb ٧٠ إيتربيوم ١٧٣٠٤	Lu ٧١ لوتيشيوم ١٧٥٠٠
5f	أكتينيدات	Th ٩٠ ثوريوم ٢٣٢٠٣٨	Pa ٩١ بروتاكتينيوم [٢٣١]	U ٩٢ يورانيوم ٢٣٨٠٣	Np ٩٣ نبتونيوم [٢٣٧]	Pu ٩٤ بلوتونيوم [٢٤٢]	Am ٩٥ أمريسيوم [٢٤٣]	Cm ٩٦ كوريوم [٢٤٧]	Bk ٩٧ بركليوم [٢٤٩]	Cf ٩٨ كاليفورنيوم [٢٥١]	Es ٩٩ أينشتينيوم [٢٥٤]	Fm ١٠٠ فرميوم [٢٥٣]	Md ١٠١ مندليفيوم [٢٥٨]	No ١٠٢ نوبليوم [٢٥٣]	Lw ١٠٣ لورنسيوم [٢٥٧]

كۆشتەكان

٢٥	٣٩٧٩	٣٧٨٦	٣٦٠٣	٣٤٣٠	٣٢٦٠	٣٠٩٩	٢٩٣٩	٢٨٠٠	٢٦٧٠	٢٥٤٠	٢٤٣٠	٢٣٢٠	٢٢١٠	٢١٠٠	٢٠٠٠	١٩٠٠	١٨٠٠	١٧٠٠	١٦٠٠	١٥٠٠	١٤٠٠	١٣٠٠	١٢٠٠	١١٠٠	١٠٠٠	٩٠٠	٨٠٠	٧٠٠	٦٠٠	٥٠٠
٢٦	٤١٥٠	٣٩٦٦	٣٧٨٣	٣٦٠٠	٣٤٢٠	٣٢٤٠	٣٠٦٠	٢٨٨٠	٢٧٠٠	٢٥٢٠	٢٤٠٠	٢٢٨٠	٢١٦٠	٢٠٤٠	١٩٢٠	١٨٠٠	١٦٨٠	١٥٦٠	١٤٤٠	١٣٢٠	١٢٠٠	١١٠٠	١٠٠٠	٩٠٠	٨٠٠	٧٠٠	٦٠٠	٥٠٠	٤٠٠	٣٠٠
٢٧	٤٣١٤	٤١١٣	٣٩٢٠	٣٧٣٠	٣٥٤٠	٣٣٦٠	٣١٨٠	٣٠٠٠	٢٨٢٠	٢٦٤٠	٢٥٠٠	٢٣٦٠	٢٢٢٠	٢٠٨٠	١٩٤٠	١٨٠٠	١٦٦٠	١٥٣٠	١٤٠٠	١٢٧٠	١١٥٠	١٠٤٠	٩٣٠	٨٢٠	٧١٠	٦٠٠	٥٠٠	٤٠٠	٣٠٠	٢٠٠
٢٨	٤٤٧٢	٤٢٨٧	٤٠٩٠	٣٨٩٤	٣٧٠٠	٣٥١٠	٣٣٢٠	٣١٣٠	٢٩٤٠	٢٧٥٠	٢٦٠٠	٢٤٥٠	٢٣٠٠	٢١٥٠	٢٠٠٠	١٨٥٠	١٧٠٠	١٥٥٠	١٤٠٠	١٣٠٠	١٢٠٠	١١٠٠	١٠٠٠	٩٠٠	٨٠٠	٧٠٠	٦٠٠	٥٠٠	٤٠٠	٣٠٠
٢٩	٤٦٢١	٤٤٢٩	٤٢٣٦	٤٠٤٣	٣٨٥٠	٣٦٥٨	٣٤٦٥	٣٢٧٣	٣٠٨٠	٢٨٨٨	٢٧٠٠	٢٥١٣	٢٣٢٥	٢١٣٨	٢٠٥٠	١٩٦٣	١٨٧٥	١٧٨٨	١٦٩٠	١٦٠٠	١٥١٠	١٤٢٠	١٣٣٠	١٢٤٠	١١٥٠	١٠٦٠	٩٧٠	٨٨٠	٨٠٠	٧١٠
٣٠	٤٧٧١	٤٥٨٦	٤٣٩٦	٤٢٠٧	٤٠١٨	٣٨٢٩	٣٦٤٠	٣٤٥٢	٣٢٦٣	٣٠٧٤	٢٨٨٦	٢٧٠٠	٢٥١٤	٢٣٢٨	٢١٤٢	٢٠٥٦	١٩٧٠	١٨٨٤	١٨٠٠	١٧١٦	١٦٣٢	١٥٤٨	١٤٦٤	١٣٨٠	١٢٩٦	١٢١٢	١١٢٨	١٠٤٤	٩٦٠	٨٧٦
٣١	٤٩١٢	٤٧١٨	٤٥٢٥	٤٣٣٢	٤١٤٠	٣٩٤٧	٣٧٥٤	٣٥٦٢	٣٣٧٠	٣١٧٨	٣٠٠٠	٢٨٢٢	٢٦٤٤	٢٤٦٦	٢٢٨٨	٢١١٠	١٩٣٢	١٨٥٤	١٧٧٦	١٦٩٨	١٦٢٠	١٥٤٢	١٤٦٤	١٣٨٦	١٣٠٨	١٢٣٠	١١٥٢	١٠٧٤	٩٩٦	٩١٨
٣٢	٥٠٥١	٤٨٦٥	٤٦٧٩	٤٤٩٤	٤٣٠٨	٤١٢٣	٣٩٣٨	٣٧٥٣	٣٥٦٨	٣٣٨٣	٣١٩٨	٣٠١٣	٢٨٢٨	٢٦٤٣	٢٤٥٨	٢٢٧٣	٢٠٩٨	١٩١٣	١٨٢٨	١٧٤٣	١٦٥٨	١٦٠٣	١٥١٨	١٤٣٣	١٣٤٨	١٣٠٣	١٢١٨	١١٣٣	١٠٤٨	٩٦٣
٣٣	٥١٨٥	٤٩٨٨	٤٧٩٨	٤٦٠٨	٤٤١٨	٤٢٢٨	٤٠٣٨	٣٨٤٨	٣٦٥٨	٣٤٦٨	٣٢٧٨	٣٠٨٨	٢٨٩٨	٢٧٠٨	٢٥١٨	٢٣٢٨	٢١٣٨	٢٠٤٨	١٩٥٨	١٨٦٨	١٧٧٨	١٧٠٨	١٦١٨	١٥٢٨	١٤٣٨	١٤٠٨	١٣١٨	١٢٢٨	١١٣٨	١١٠٨
٣٤	٥٣١٥	٥١٢٨	٤٩٤٨	٤٧٦٨	٤٥٨٨	٤٤٠٨	٤٢٢٨	٤٠٤٨	٣٨٦٨	٣٦٨٨	٣٥٠٨	٣٣١٨	٣١٤٨	٢٩٦٨	٢٧٨٨	٢٦٠٨	٢٤٢٨	٢٢٤٨	٢٠٦٨	١٩٨٨	١٩٠٨	١٨١٨	١٧٢٨	١٦٣٨	١٦٠٨	١٥١٨	١٤٢٨	١٣٣٨	١٣٠٨	١٢١٨
٣٥	٥٤١١	٥٢٤٨	٥٠٨٦	٤٩٢٤	٤٧٦٢	٤٦٠٠	٤٤٣٨	٤٢٧٦	٤١١٤	٣٩٥٢	٣٧٩٠	٣٦٢٨	٣٤٦٦	٣٣٠٤	٣١٤٢	٣٠٠٠	٢٨٥٨	٢٧١٦	٢٥٧٤	٢٤٣٢	٢٣٠٠	٢٢٠٨	٢١١٦	٢٠٢٤	١٩٣٢	١٩٠٠	١٨١٨	١٧٢٦	١٧٠٤	١٦١٢
٣٦	٥٥٦٣	٥٣٧٥	٥١٨٧	٥٠٠٠	٤٨١٢	٤٦٢٥	٤٤٣٧	٤٢٤٩	٤٠٦٢	٣٨٧٤	٣٧٠٧	٣٥١٩	٣٣٣٢	٣١٤٤	٢٩٥٧	٢٧٦٩	٢٥٨٢	٢٤٩٤	٢٣٠٧	٢٢١٩	٢١٣٢	٢٠٤٤	١٩٥٧	١٩٠٩	١٨٢٢	١٧٣٤	١٧٠٧	١٦١٩	١٦٠٢	١٥١٤
٣٧	٥٨٦٤	٥٦٧٧	٥٤٩٠	٥٣٠٣	٥١١٦	٤٩٢٩	٤٧٤٢	٤٥٥٥	٤٣٦٨	٤١٨١	٣٩٩٤	٣٨٠٧	٣٦٢٠	٣٤٣٣	٣٢٤٦	٣٠٥٩	٢٨٧٢	٢٧٨٥	٢٦٩٨	٢٦٠٠	٢٥١٣	٢٤٢٦	٢٣٣٩	٢٣٠٢	٢٢١٥	٢١٢٨	٢٠٣٢	٢٠٠٥	١٩١٨	١٩٠٠
٣٨	٥٩٨٠	٥٧٩٨	٥٦١٦	٥٤٣٤	٥٢٥٢	٥٠٧٠	٤٨٨٨	٤٧٠٦	٤٥٢٤	٤٣٤٢	٤١٦٠	٣٩٧٨	٣٧٩٦	٣٦١٤	٣٤٣٢	٣٢٥٠	٣٠٦٨	٢٨٨٦	٢٧٠٤	٢٥٢٢	٢٤٤٠	٢٣٥٨	٢٢٧٦	٢٢٠٤	٢١١٢	٢٠٢٠	١٩٢٨	١٩٠٦	١٨١٤	١٨٠٢
٣٩	٦٠٢٩	٥٨٤٩	٥٦٦٨	٥٤٨٧	٥٣٠٦	٥١٢٥	٤٩٤٤	٤٧٦٣	٤٥٨٢	٤٤٠١	٤٢٢٠	٤٠٣٩	٣٨٥٨	٣٦٧٧	٣٤٩٦	٣٣١٥	٣١٣٤	٢٩٥٣	٢٧٧٢	٢٦٠١	٢٤٢٠	٢٣٣٩	٢٢٥٨	٢٢٠٧	٢١١٦	٢٠٢٥	١٩٣٤	١٩٠٣	١٨١٢	١٨٠١
٤٠	٦٠٣١	٥٨٥٢	٥٦٧٣	٥٤٩٤	٥٣١٥	٥١٣٦	٤٩٥٧	٤٧٧٨	٤٥٩٩	٤٤٢٠	٤٢٤١	٤٠٦٢	٣٨٨٣	٣٧٠٤	٣٥٢٥	٣٣٤٦	٣١٦٧	٢٩٨٨	٢٨٠٩	٢٦٣٠	٢٥٥١	٢٤٧٢	٢٣٩٣	٢٣٠٤	٢٢١٥	٢١٣٦	٢٠٥٧	٢٠١٨	١٩٣٩	١٩٠٠
٤١	٦١٢٨	٥٩٠٠	٥٧٢١	٥٥٤٢	٥٣٦٣	٥١٨٤	٥٠٠٥	٤٨٢٦	٤٦٤٧	٤٤٦٨	٤٢٨٩	٤١٠٩	٣٩٣٠	٣٧٥١	٣٥٧٢	٣٣٩٣	٣٢١٤	٣٠٣٥	٢٨٥٦	٢٧٧٧	٢٦٩٨	٢٦١٩	٢٥٤٠	٢٤٦١	٢٣٨٢	٢٣٠٣	٢٢٢٤	٢١٤٥	٢٠٦٦	٢٠٨٧
٤٢	٦٢٣٧	٦٠٠٠	٥٨٢١	٥٦٤٢	٥٤٦٣	٥٢٨٤	٥١٠٥	٤٩٢٦	٤٧٤٧	٤٥٦٨	٤٣٨٩	٤١٠٩	٣٩٣٠	٣٧٥١	٣٥٧٢	٣٣٩٣	٣٢١٤	٣٠٣٥	٢٨٥٦	٢٧٧٧	٢٦٩٨	٢٦١٩	٢٥٤٠	٢٤٦١	٢٣٨٢	٢٣٠٣	٢٢٢٤	٢١٤٥	٢٠٦٦	٢٠٨٧
٤٣	٦٣٤٦	٦١٠٩	٥٨٧٢	٥٦٩٥	٥٤٩٨	٥٢٩٩	٥٠٩٢	٤٨٩٥	٤٦٩٨	٤٤٩٩	٤٢٩٢	٤٠٩٥	٣٩٠٨	٣٧١١	٣٥١٤	٣٣١٧	٣١٢٠	٢٩٢٣	٢٧٢٦	٢٥٢٩	٢٤٣٢	٢٣٣٥	٢٢٣٨	٢٢٠٨	٢١١١	٢٠١٤	١٩١٧	١٩٠٠	١٨٠٣	١٧٠٦
٤٤	٦٤٥٥	٦٢١٨	٥٩٨٢	٥٧٩٥	٥٥٩٨	٥٣٩٩	٥١٩٢	٤٩٩٥	٤٧٩٨	٤٥٩٩	٤٣٩٢	٤١٩٥	٣٩٩٨	٣٧٩٩	٣٥٩٢	٣٣٩٥	٣١٩٨	٣٠٠١	٢٨٠٤	٢٦٠٧	٢٥١٠	٢٤١٣	٢٣١٦	٢٢١٩	٢١٢٢	٢٠٢٥	١٩٢٨	١٩٠٠	١٨٠٣	١٧٠٦
٤٥	٦٥٦٧	٦٣٢٨	٦٠٨٩	٥٨٩٠	٥٦٩١	٥٤٩٢	٥٢٩٣	٥٠٩٤	٤٨٩٥	٤٦٩٦	٤٤٩٧	٤٢٩٨	٤٠٩٩	٣٨٩٩	٣٦٩٢	٣٤٩٥	٣٢٩٨	٣٠٩٩	٢٨٩٢	٢٦٩٥	٢٥٩٨	٢٤٩٩	٢٣٩٢	٢٢٩٥	٢١٩٨	٢٠٩٩	١٩٩٢	١٩٠٠	١٨٠٣	١٧٠٦
٤٦	٦٦٨٨	٦٤٣٩	٦١٩٠	٥٩٩١	٥٧٩٢	٥٥٩٣	٥٣٩٤	٥١٩٥	٤٩٩٦	٤٧٩٧	٤٥٩٨	٤٣٩٩	٤١٩٢	٣٩٩٥	٣٧٩٨	٣٥٩٩	٣٣٩٢	٣١٩٥	٣٠٠٠	٢٨٠٣	٢٦٠٦	٢٥٠٩	٢٤١٢	٢٣١٥	٢٢١٨	٢١١٩	٢٠٢٢	١٩٢٥	١٩٠٠	١٨٠٣
٤٧	٦٧٩٩	٦٥٥٠	٦٣٠١	٦٠٠٢	٥٨٠٣	٥٦٠٤	٥٤٠٥	٥٢٠٦	٥٠٠٧	٤٨٠٨	٤٦٠٩	٤٤١٠	٤٢١٣	٤٠١٦	٣٨١٩	٣٦٢٢	٣٤٢٥	٣٢٢٨	٣٠٢٩	٢٨٣٢	٢٦٣٥	٢٥٣٨	٢٤٣٩	٢٣٤٢	٢٢٤٥	٢١٤٨	٢٠٤٩	١٩٥٢	١٩٠٠	١٨٠٣
٤٨	٦٩١٠	٦٦٦١	٦٤١٢	٦١٠٣	٥٨٠٤	٥٦٠٥	٥٤٠٦	٥٢٠٧	٥٠٠٨	٤٨٠٩	٤٦١٠	٤٤١٣	٤٢١٦	٤٠١٩	٣٨٢٢	٣٦٢٥	٣٤٢٨	٣٢٢٩	٣٠٣٢	٢٨٣٥	٢٦٣٨	٢٥٣٩	٢٤٤٢	٢٣٤٥	٢٢٤٨	٢١٤٩	٢٠٥٢	١٩٥٥	١٩٠٠	١٨٠٣
٤٩	٦٩٧٣	٦٧٣٤	٦٤٣٥	٦١٣٦	٥٨٣٧	٥٦٣٨	٥٤٣٩	٥٢٤٠	٥٠٤٣	٤٨٤٦	٤٦٤٩	٤٤٤٢	٤٢٤٥	٤٠٤٨	٣٨٤٩	٣٦٥٢	٣٤٥٥	٣٢٥٨	٣٠٥٩	٢٨٦٢	٢٦٦٥	٢٥٦٨	٢٤٦٩	٢٣٧٢	٢٢٧٥	٢١٧٨	٢٠٧٩	١٩٨٢	١٩٠٠	١٨٠٣
٥٠	٧٠٠٠	٦٧٠٠	٦٤٠٠	٦١٠٠	٥٨٠٠	٥٦٠٠	٥٤٠٠	٥٢٠٠	٥٠٠٠	٤٨٠٠	٤٦٠٠	٤٤٠٠	٤٢٠٠	٤٠٠٠	٣٨٠٠	٣٦٠٠	٣٤٠٠	٣٢٠٠	٣٠٠٠	٢٨٠٠	٢٦٠٠	٢٥٠٠	٢٤٠٠	٢٣٠٠	٢٢٠٠	٢١٠٠	٢٠٠٠	١٩٠٠	١٨٠٠	١٧٠٠

كوثر هدى دهشة

	٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩
٥٠	٧٠٩٠	٧٠٩٥	٧١٠٠	٧٠٩٦	٧٠٢٤	٧٠٣٣	٧٠٤٢	٧٠٥٠	٧٠٥٥	٧٠٦٠	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٠ ٨
٥١	٧١٠٧	٧١٤٠	٧٠٦٣	٧١٠١	٧١١٠	٧١١٨	٧١٢٦	٧١٣٤	٧١٤٣	٧١٥٣	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٧ ٧ ٨
٥٢	٧١٦٠	٧١٨٥	٧١٧٧	٧١٨٥	٧١٩٣	٧٢٠٢	٧٢١٠	٧٢١٨	٧٢٢٦	٧٢٣٥	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٧ ٧ ٧
٣	٧٢٤٣	٧٢٠٧	٧٢٥٩	٧٢٤١	٧٢٧٥	٧٢٨٤	٧٢٩٢	٧٣٠٠	٧٣٠٨	٧٣١٦	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٧
	٧٣٢٤	٧٣٤٨	٧٣٤٠	٧٣٢٢	٧٣٥٦	٧٣٦٤	٧٣٧٢	٧٣٨٠	٧٣٨٨	٧٣٩٦	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٧
٥٥	٧٤٠٤	٧٤٢٧	٧٤١٩	٧٤١٢	٧٤٣٥	٧٤٤٣	٧٤٥١	٧٤٥٩	٧٤٦٨	٧٤٧٦	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٥ ٦ ٧
٥٦	٧٤٨٢	٧٥٠٥	٧٤٩٧	٥١٩	٧٥١٣	٧٥٢٠	٧٥٢٨	٧٥٣٦	٧٥٤٤	٧٥٥١	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٧
٥٧	٧٥٥٩	٧٥٨٢	٧٥٧٤	٧٥٦٦	٧٥٨٩	٧٥٩٧	٧٦٠٤	٧٦١٢	٧٦١٩	٧٦٢٧	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٧
٥٨	٧٦٣٤	٧٦٥٧	٧٦١٩	٧٦١٢	٧٦٦٤	٧٦٧٢	٧٦٧٩	٧٦٨٦	٧٦٩٤	٧٧٠١	١ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧
٥٩	٧٧٠٩	٧٧٣١	٧٧٢٣	٧٧١٦	٧٧٣٨	٧٧٤٥	٧٧٥٢	٧٧٦٠	٧٧٦٧	٧٧٧٤	١ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧
٦٠	٧٧٨٢	٧٨٠٣	٧٧٩٦	٧٨٠٨	٧٨١٠	٧٨١٨	٧٨٢٥	٧٨٣٣	٧٨٤١	٧٨٤٨	١ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦
٦١	٧٨٥٣	٧٨٧٥	٧٨٦٨	٧٨٦٠	٧٨٨٢	٧٨٨٩	٧٨٩٧	٧٩٠٤	٧٩١٢	٧٩١٧	١ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦
٦٢	٧٩٢٤	٧٩٤٥	٧٩٣٨	٧٩٢١	٧٩٥٠	٧٩٥٩	٧٩٦٧	٧٩٧٥	٧٩٨٠	٧٩٨٧	١ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦
٦٣	٧٩٩٣	٨٠٠٥	٨٠٠٧	٨٠١٤	٨٠٢١	٨٠٣٠	٨٠٣٥	٨٠٤٣	٨٠٥٢	٨٠٥٩	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٦
٦٤	٨٠٦٢	٨٠٧٥	٨٠٧٨	٨٠٨٢	٨٠٩٦	٨١٠٥	٨١١٢	٨١٢٠	٨١٢٨	٨١٣٥	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦
٦٥	٨١٣٩	٨١٤٢	٨١٥٢	٨١٤٩	٨١٥٦	٨١٦٣	٨١٧٠	٨١٧٨	٨١٨٥	٨١٩٣	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٦
٦٦	٨١٩٥	٨٢٠٢	٨٢٠٩	٨٢١٦	٨٢٢٣	٨٢٣١	٨٢٣٨	٨٢٤٦	٨٢٥٣	٨٢٥٩	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٦
٦٧	٨٢٦١	٨٢٦٧	٨٢٧٤	٨٢٨٠	٨٢٨٧	٨٢٩٣	٨٣٠٦	٨٣١٤	٨٣٢١	٨٣٢٨	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٦
٦٨	٨٣٣٥	٨٣٤١	٨٣٤٨	٨٣٥١	٨٣٥٧	٨٣٦٤	٨٣٧٠	٨٣٧٧	٨٣٨٣	٨٣٩٠	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٦
٦٩	٨٣٩٨	٨٤٠٥	٨٤٠١	٨٤٠٧	٨٤١٤	٨٤٢٠	٨٤٢٦	٨٤٣٣	٨٤٣٩	٨٤٤٦	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٦
٧٠	٨٤٥١	٨٤٥٧	٨٤٦٣	٨٤٧٠	٨٤٧٦	٨٤٨٣	٨٤٨٩	٨٤٩٦	٨٥٠٠	٨٥٠٦	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٦
٧١	٨٥١٣	٨٥١٩	٨٥٢٥	٨٥٣١	٨٥٣٧	٨٥٤٣	٨٥٤٩	٨٥٥٥	٨٥٦٢	٨٥٦٧	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٦
٧٢	٨٥٧٢	٨٥٨٥	٨٥٧٩	٨٥٩٦	٨٦٠٣	٨٦٠٩	٨٦١٥	٨٦٢١	٨٦٢٧	٨٦٣٣	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٦
٧٣	٨٦٣٣	٨٦٣٩	٨٦٤٥	٨٦٥١	٨٦٥٧	٨٦٦٣	٨٦٦٩	٨٦٧٥	٨٦٨١	٨٦٨٧	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٦
٧٤	٨٦٩٢	٨٦٩٨	٨٧٠٤	٨٧١٠	٨٧١٦	٨٧٢٢	٨٧٢٧	٨٧٣٣	٨٧٣٩	٨٧٤٥	١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٦ ٦

٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٠	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٣	٠	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	٢
٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٣	٣	٠	١	١	١	١	١	١	١	١	١	٢	٢
٤	٤	٤	٤	٤	٤	٣	٣	٣	٠	١	١	١	١	١	١	١	١	٢	٢	٢
٤	٤	٤	٤	٤	٣	٣	٣	٣	٠	١	١	١	١	١	١	١	٢	٢	٢	٢
٤	٤	٤	٤	٣	٣	٣	٣	٣	٠	١	١	١	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٢
٤	٤	٤	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٠	١	١	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٢	٢
٤	٤	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٠	١	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢
٤	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٠	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢
٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٠	١	١	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢
٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٠	١	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢
٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٠	٢

جدول محكم وكفء

	٥	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٥
٠٫٠٠	١٠٠٠	١٠٠٢	١٠٠٥	١٠٠٧	١٠٠٩	١٠١٢	١٠١٤	١٠١٦	١٠١٩	١٠٢١	٠	٠	٠	١	١	١	٢	٢	٢
٠٫٠١	١٠٢٣	١٠٢٦	١٠٢٨	١٠٣٠	١٠٣٣	١٠٣٥	١٠٣٨	١٠٤٠	١٠٤٣	١٠٤٥	٠	٠	٠	١	١	١	٢	٢	٢
٠٫٠٢	١٠٤٧	١٠٥٠	١٠٥٢	١٠٥٤	١٠٥٧	١٠٥٩	١٠٦٢	١٠٦٤	١٠٦٧	١٠٦٩	٠	٠	٠	١	١	١	٢	٢	٢
٠٫٠٣	١٠٧٢	١٠٧٤	١٠٧٧	١٠٧٩	١٠٨١	١٠٨٤	١٠٨٦	١٠٨٩	١٠٩١	١٠٩٤	٠	٠	٠	١	١	١	٢	٢	٢
٠٫٠٤	١٠٩٦	١٠٩٩	١١٠٢	١١٠٤	١١٠٧	١١٠٩	١١١٢	١١١٤	١١١٧	١١١٩	٠	٠	٠	١	١	٢	٢	٢	٢
٠٫٠٥	١١٢٢	١١٢٥	١١٢٧	١١٣٠	١١٣٢	١١٣٥	١١٣٨	١١٤٠	١١٤٣	١١٤٦	٠	٠	٠	١	١	٢	٢	٢	٢
٠٫٠٦	١١٤٨	١١٥١	١١٥٣	١١٥٦	١١٥٩	١١٦١	١١٦٤	١١٦٧	١١٦٩	١١٧٢	٠	٠	٠	١	١	٢	٢	٢	٢
٠٫٠٧	١١٧٥	١١٧٨	١١٨٠	١١٨٣	١١٨٦	١١٨٩	١١٩١	١١٩٤	١١٩٧	١١٩٩	٠	٠	٠	١	١	٢	٢	٢	٢
٠٫٠٨	١٢٠٢	١٢٠٥	١٢٠٨	١٢١١	١٢١٣	١٢١٦	١٢١٩	١٢٢٢	١٢٢٥	١٢٢٧	٠	٠	٠	١	١	٢	٢	٢	٣
٠٫٠٩	١٢٣٠	١٢٣٣	١٢٣٦	١٢٣٩	١٢٤٢	١٢٤٥	١٢٤٧	١٢٥٠	١٢٥٣	١٢٥٦	٠	٠	١	١	١	٢	٢	٢	٣
٠٫١٠	١٢٥٩	١٢٦٢	١٢٦٥	١٢٦٨	١٢٧١	١٢٧٤	١٢٧٦	١٢٧٩	١٢٨٢	١٢٨٥	٠	٠	١	١	١	٢	٢	٢	٣
٠٫١١	١٢٨٨	١٢٩١	١٢٩٤	١٢٩٧	١٣٠٠	١٣٠٣	١٣٠٦	١٣٠٩	١٣١٢	١٣١٥	٠	٠	١	١	١	٢	٢	٢	٣
٠٫١٢	١٣١٨	١٣٢١	١٣٢٤	١٣٢٧	١٣٣٠	١٣٣٣	١٣٣٦	١٣٤٠	١٣٤٣	١٣٤٦	٠	١	١	١	١	٢	٢	٢	٣
٠٫١٣	١٣٤٩	١٣٥٢	١٣٥٥	١٣٥٨	١٣٦١	١٣٦٤	١٣٦٨	١٣٧١	١٣٧٤	١٣٧٧	١	١	١	١	١	٢	٢	٢	٣
٠٫١٤	١٣٨٠	١٣٨٤	١٣٨٧	١٣٩٠	١٣٩٣	١٣٩٧	١٤٠٠	١٤٠٣	١٤٠٦	١٤٠٩	١	١	١	١	١	٢	٢	٢	٣
٠٫١٥	١٤١٢	١٤١٦	١٤١٩	١٤٢٢	١٤٢٦	١٤٢٩	١٤٣٢	١٤٣٥	١٤٣٩	١٤٤٢	١	١	١	١	١	٢	٢	٢	٣
٠٫١٦	١٤٤٥	١٤٤٩	١٤٥٢	١٤٥٥	١٤٥٩	١٤٦٢	١٤٦٥	١٤٦٩	١٤٧٢	١٤٧٥	١	١	١	١	١	٢	٢	٢	٣
٠٫١٧	١٤٧٩	١٤٨٣	١٤٨٦	١٤٨٩	١٤٩٣	١٤٩٦	١٤٩٩	١٥٠٣	١٥٠٦	١٥١٠	١	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٣
٠٫١٨	١٥١٤	١٥١٧	١٥٢١	١٥٢٤	١٥٢٨	١٥٣١	١٥٣٥	١٥٣٨	١٥٤٢	١٥٤٥	١	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٣
٠٫١٩	١٥٤٩	١٥٥٢	١٥٥٦	١٥٥٩	١٥٦٣	١٥٦٧	١٥٧٠	١٥٧٤	١٥٧٨	١٥٨١	١	١	١	١	٢	٢	٢	٣	٣
٠٫٢٠	١٥٨٥	١٥٨٩	١٥٩٢	١٥٩٦	١٦٠٠	١٦٠٣	١٦٠٧	١٦١١	١٦١٤	١٦١٨	١	١	١	١	٢	٢	٢	٣	٣
٠٫٢١	١٦٢٢	١٦٢٦	١٦٢٩	١٦٣٣	١٦٣٧	١٦٤١	١٦٤٤	١٦٤٨	١٦٥٢	١٦٥٦	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٣	٣
٠٫٢٢	١٦٦٠	١٦٦٣	١٦٦٧	١٦٧١	١٦٧٥	١٦٧٨	١٦٨٢	١٦٨٦	١٦٩٠	١٦٩٤	١	١	١	٢	٢	٢	٣	٣	٣
٠٫٢٣	١٦٩٨	١٧٠٢	١٧٠٦	١٧١٠	١٧١٤	١٧١٨	١٧٢٢	١٧٢٦	١٧٣٠	١٧٣٤	١	١	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٤
٠٫٢٤	١٧٣٨	١٧٤٢	١٧٤٦	١٧٥٠	١٧٥٤	١٧٥٨	١٧٦٢	١٧٦٦	١٧٧٠	١٧٧٤	١	١	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٤

جدول مخلب دلو ثعبان

٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١ ٢ ٣ ١	٤	٥	٦	٧	٨	٩
٥٠ر٠	٣١٧٠	٣١٧٧	٣١٨٤	٣١٩٢	٣١٩٩	٣٢٠٦	٣٢١٤	٣٢٢١	٣٢٢٨	١ ٢ ٠ ١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
٥١ر٠	٣٢١٣	٣٢٨١	٣٢٥٨	٣٢٦٦	٣٢٧٣	٣٢٨١	٣٢٨٨	٣٢٩٦	٣٣٠٤	١ ٢ ٠ ٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
٥٢ر٠	٣٢١٩	٣٢٢٧	٣٢٣٤	٣٢٤٢	٣٢٥٠	٣٢٥٧	٣٢٦٥	٣٢٧٣	٣٢٨١	١ ٢ ٠ ٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
٥٣ر٠	٣٢٩٦	٣٤٠٤	٣١١٢	٣٤٢٠	٣٤٢٨	٣١٣٦	٣١٤٤	٣١٥١	٣١٥٩	١ ٢ ٠ ٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
٥٤ر٠	٣٤٧٥	٣٤٨٣	٣٤٩١	٣٤٩٩	٣٥٠٨	٣٥١٦	٣٥٢٤	٣٥٣٢	٣٥٤٠	١ ٢ ٠ ٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
٥٥ر٠	٣٥٥٦	٣٥٦٥	٣٥٧٣	٣٥٨١	٣٥٨٩	٣٥٩٧	٣٦٠٥	٦١٤	٣٦٢٢	١ ٢ ٠ ٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
٥٦ر٠	٣٦٢٩	٣٦٤٨	٣٦٥٦	٣٦٦٤	٣٦٧٣	٣٦٨١	٣٦٨٩	٣٦٩٨	٣٧٠٧	١ ٢ ٠ ٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣
٥٧ر٠	٣٧١٥	٣٧٢٤	٣٧٣٣	٣٧٤١	٣٧٥٠	٣٧٥٨	٣٧٦٧	٣٧٨٤	٣٧٩٣	١ ٢ ٠ ٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
٥٨ر٠	٣٨٠٣	٣٨١١	٣٨١٩	٣٨٢٨	٣٨٣٧	٣٨٤٦	٣٨٥٤	٣٨٧٣	٣٨٨٢	١ ٢ ٠ ٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
٥٩ر٠	٣٨٩٠	٣٩٠٨	٣٩١٧	٣٩٢٦	٣٩٣٦	٣٩٤٥	٣٩٥٤	٣٩٦٣	٣٩٧٢	١ ٢ ١ ٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦
٦٠ر٠	٣٩٨١	٣٩٩٠	٣٩٩٩	٤٠٠٩	٤٠١٨	٤٠٢٧	٤٠٣٦	٤٠٥٥	٤٠٦٤	١ ٢ ١ ١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧
٦١ر٠	٤٠٧٤	٤٠٨٣	٤٠٩٣	٤١٠٢	٤١١١	٤١٢٠	٤١٣٠	٤١٤٠	٤١٥٩	١ ٢ ١ ٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
٦٢ر٠	٤١٧٩	٤١٨٨	٤١٩٨	٤٢٠٧	٤٢١٧	٤٢٢٧	٤٢٣٦	٤٢٤٦	٤٢٥٦	١ ٢ ١ ٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩
٦٣ر٠	٤٢٧٦	٤٢٨٥	٤٢٩٥	٤٣٠٥	٤٣١٥	٤٣٢٥	٤٣٣٥	٤٣٤٥	٤٣٥٥	١ ٢ ١ ٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
٦٤ر٠	٤٣٧٦	٤٣٨٥	٤٣٩٥	٤٤٠٥	٤٤١٥	٤٤٢٥	٤٤٣٥	٤٤٤٦	٤٤٥٦	١ ٢ ١ ٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١
٦٥ر٠	٤٤٦٧	٤٤٧٧	٤٤٨٧	٤٤٩٨	٤٥٠٨	٤٥١٩	٤٥٢٩	٤٥٤٠	٤٥٥٠	١ ٢ ١ ٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢
٦٦ر٠	٤٥٦١	٤٥٧٢	٤٥٨٣	٤٥٩٣	٤٦٠٤	٤٦١٥	٤٦٢٦	٤٦٣٧	٤٦٤٨	١ ٢ ١ ٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣
٦٧ر٠	٤٦٥٩	٤٦٧٠	٤٦٨١	٤٦٩٢	٤٧٠٣	٤٧١٤	٤٧٢٥	٤٧٣٦	٤٧٤٨	١ ٢ ١ ٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤
٦٨ر٠	٤٧٥٩	٤٧٧٠	٤٧٨٢	٤٧٩٣	٤٨٠٤	٤٨١٦	٤٨٢٧	٤٨٣٩	٤٨٤٩	١ ٢ ١ ٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥
٦٩ر٠	٤٨٦٠	٤٨٧٢	٤٨٨٣	٤٨٩٥	٤٩٠٦	٤٩١٨	٤٩٢٩	٤٩٤١	٤٩٥٢	١ ٢ ٢ ٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦
٧٠ر٠	٤٩٦٤	٤٩٧٦	٤٩٨٨	٤٩٩٩	٥٠١١	٥٠٢٣	٥٠٣٥	٥٠٤٦	٥٠٥٨	١ ٢ ٢ ١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧
٧١ر٠	٥٠٧٠	٥٠٨٢	٥٠٩٤	٥١٠٦	٥١١٨	٥١٣٠	٥١٤٢	٥١٥٤	٥١٦٦	١ ٢ ٢ ٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨
٧٢ر٠	٥١٧٨	٥١٩٠	٥٢٠٢	٥٢١٤	٥٢٢٦	٥٢٣٨	٥٢٥٠	٥٢٦٢	٥٢٧٤	١ ٢ ٢ ٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩
٧٣ر٠	٥٢٨٦	٥٢٩٨	٥٣١٠	٥٣٢٢	٥٣٣٤	٥٣٤٦	٥٣٥٨	٥٣٧٠	٥٣٨٢	١ ٢ ٢ ٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠
٧٤ر٠	٥٣٩٤	٥٤٠٦	٥٤١٨	٥٤٣٠	٥٤٤٢	٥٤٥٤	٥٤٦٦	٥٤٧٨	٥٤٩٠	١ ٢ ٢ ٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١
٧٥ر٠	٥٥٠٢	٥٥١٤	٥٥٢٦	٥٥٣٨	٥٥٥٠	٥٥٦٢	٥٥٧٤	٥٥٨٦	٥٥٩٨	١ ٢ ٢ ٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢
٧٦ر٠	٥٦١١	٥٦٢٣	٥٦٣٥	٥٦٤٧	٥٦٥٩	٥٦٧١	٥٦٨٣	٥٦٩٥	٥٧٠٧	١ ٢ ٢ ٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣
٧٧ر٠	٥٧١٩	٥٧٣١	٥٧٤٣	٥٧٥٥	٥٧٦٧	٥٧٧٩	٥٧٩١	٥٨٠٣	٥٨١٥	١ ٢ ٢ ٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤
٧٨ر٠	٥٨٢٧	٥٨٣٩	٥٨٥١	٥٨٦٣	٥٨٧٥	٥٨٨٧	٥٨٩٩	٥٩١١	٥٩٢٣	١ ٢ ٢ ٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥
٧٩ر٠	٥٩٣٥	٥٩٤٧	٥٩٥٩	٥٩٧١	٥٩٨٣	٥٩٩٥	٦٠٠٧	٦٠١٩	٦٠٣١	١ ٢ ٣ ٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦
٨٠ر٠	٦٠٤٣	٦٠٥٥	٦٠٦٧	٦٠٧٩	٦٠٩١	٦١٠٣	٦١١٥	٦١٢٧	٦١٣٩	١ ٢ ٣ ١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧
٨١ر٠	٦١٥١	٦١٦٣	٦١٧٥	٦١٨٧	٦١٩٩	٦٢١١	٦٢٢٣	٦٢٣٥	٦٢٤٧	١ ٢ ٣ ٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨
٨٢ر٠	٦٢٥٩	٦٢٧١	٦٢٨٣	٦٢٩٥	٦٣٠٧	٦٣١٩	٦٣٣١	٦٣٤٣	٦٣٥٥	١ ٢ ٣ ٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩
٨٣ر٠	٦٣٦٧	٦٣٧٩	٦٣٩١	٦٤٠٣	٦٤١٥	٦٤٢٧	٦٤٣٩	٦٤٥١	٦٤٦٣	١ ٢ ٣ ٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠
٨٤ر٠	٦٤٧٥	٦٤٨٧	٦٤٩٩	٦٥١١	٦٥٢٣	٦٥٣٥	٦٥٤٧	٦٥٥٩	٦٥٧١	١ ٢ ٣ ٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١
٨٥ر٠	٦٥٨٣	٦٥٩٥	٦٦٠٧	٦٦١٩	٦٦٣١	٦٦٤٣	٦٦٥٥	٦٦٦٧	٦٦٧٩	١ ٢ ٣ ٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢
٨٦ر٠	٦٦٩١	٦٧٠٣	٦٧١٥	٦٧٢٧	٦٧٣٩	٦٧٥١	٦٧٦٣	٦٧٧٥	٦٧٨٧	١ ٢ ٣ ٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣
٨٧ر٠	٦٧٩٩	٦٨١١	٦٨٢٣	٦٨٣٥	٦٨٤٧	٦٨٥٩	٦٨٧١	٦٨٨٣	٦٨٩٥	١ ٢ ٣ ٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤
٨٨ر٠	٦٩٠٨	٦٩٢٠	٦٩٣٢	٦٩٤٤	٦٩٥٦	٦٩٦٨	٦٩٨٠	٦٩٩٢	٧٠٠٤	١ ٢ ٣ ٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥
٨٩ر٠	٧٠١٦	٧٠٢٨	٧٠٤٠	٧٠٥٢	٧٠٦٤	٧٠٧٦	٧٠٨٨	٧١٠٠	٧١١٢	١ ٢ ٤ ٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦
٩٠ر٠	٧١٢٤	٧١٣٦	٧١٤٨	٧١٦٠	٧١٧٢	٧١٨٤	٧١٩٦	٧٢٠٨	٧٢٢٠	١ ٢ ٤ ١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧
٩١ر٠	٧٢٣٢	٧٢٤٤	٧٢٥٦	٧٢٦٨	٧٢٨٠	٧٢٩٢	٧٣٠٤	٧٣١٦	٧٣٢٨	١ ٢ ٤ ٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨
٩٢ر٠	٧٣٤٠	٧٣٥٢	٧٣٦٤	٧٣٧٦	٧٣٨٨	٧٤٠٠	٧٤١٢	٧٤٢٤	٧٤٣٦	١ ٢ ٤ ٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩
٩٣ر٠	٧٤٤٨	٧٤٦٠	٧٤٧٢	٧٤٨٤	٧٤٩٦	٧٥٠٨	٧٥٢٠	٧٥٣٢	٧٥٤٤	١ ٢ ٤ ٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠
٩٤ر٠	٧٥٥٦	٧٥٦٨	٧٥٨٠	٧٥٩٢	٧٦٠٤	٧٦١٦	٧٦٢٨	٧٦٤٠	٧٦٥٢	١ ٢ ٤ ٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١
٩٥ر٠	٧٦٦٥	٧٦٧٧	٧٦٨٩	٧٧٠١	٧٧١٣	٧٧٢٥	٧٧٣٧	٧٧٤٩	٧٧٦١	١ ٢ ٤ ٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢
٩٦ر٠	٧٧٧٣	٧٧٨٥	٧٧٩٧	٧٨٠٩	٧٨٢١	٧٨٣٣	٧٨٤٥	٧٨٥٧	٧٨٦٩	١ ٢ ٤ ٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣
٩٧ر٠	٧٨٨١	٧٨٩٣	٧٩٠٥	٧٩١٧	٧٩٢٩	٧٩٤١	٧٩٥٣	٧٩٦٥	٧٩٧٧	١ ٢ ٤ ٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤
٩٨ر٠	٧٩٩٠	٨٠٠٢	٨٠١٤	٨٠٢٦	٨٠٣٨	٨٠٥٠	٨٠٦٢	٨٠٧٤	٨٠٨٦	١ ٢ ٤ ٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤	٥٥
٩٩ر٠	٨٠٩٨	٨١٠٩	٨١٢١	٨١٣٣	٨١٤٥	٨١٥٧	٨١٦٩	٨١٨١	٨١٩٣	١ ٢ ٥ ٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤	٥٥	٥٦

٠٫٧٥	٥٦٢٢	٥٦٤٩	٥٦٧٦	٥٦٧٥	٥٧٠٢	٥٧٨٩	٥٨٠٨	٥٨٢٤	٥٨٤١	٥٨٦٨	٥٨٨٥	٥٩٠٢	٥٩٢٩	٥٩٥٦	٥٩٨٣	٦٠١٠	٦٠٣٩	٦٠٦٧	٦٠٩٥	٦١٢٣	٦١٥٠	٦١٧٨	٦٢٠٩
٠٫٧٦	٥٧٤٤	٥٧٦٨	٥٧٩٢	٥٨١٥	٥٨٣٩	٥٨٦٢	٥٨٨٦	٥٩٠٩	٥٩٣٣	٥٩٥٦	٥٩٨٠	٦٠٠٣	٦٠٢٧	٦٠٥٠	٦٠٧٤	٦٠٩٨	٦١٢١	٦١٤٥	٦١٦٨	٦١٩٢	٦٢١٥	٦٢٣٩	٦٢٦٢
٠٫٧٧	٥٧٨٤	٥٨٠٨	٥٨٣١	٥٨٥٤	٥٨٧٨	٥٩٠١	٥٩٢٥	٥٩٤٨	٥٩٧٢	٥٩٩٥	٦٠١٩	٦٠٤٢	٦٠٦٦	٦٠٨٩	٦١١٢	٦١٣٦	٦١٥٩	٦١٨٣	٦٢٠٦	٦٢٣٠	٦٢٥٣	٦٢٧٧	٦٣٠٠
٠٫٧٨	٥٨٠٤	٥٨٢٨	٥٨٥١	٥٨٧٥	٥٨٩٨	٥٩٢٢	٥٩٤٥	٥٩٦٩	٥٩٩٢	٦٠١٦	٦٠٣٩	٦٠٦٣	٦٠٨٦	٦١٠٩	٦١٣٣	٦١٥٦	٦١٨٠	٦٢٠٣	٦٢٢٧	٦٢٥٠	٦٢٧٤	٦٢٩٧	٦٣٢١
٠٫٧٩	٥٨٣٢	٥٨٥٥	٥٨٧٩	٥٩٠٢	٥٩٢٦	٥٩٤٩	٥٩٧٣	٥٩٩٦	٦٠٢٠	٦٠٤٣	٦٠٦٧	٦٠٩٠	٦١١٤	٦١٣٧	٦١٦١	٦١٨٤	٦٢٠٨	٦٢٣١	٦٢٥٥	٦٢٧٨	٦٣٠٢	٦٣٢٥	٦٣٤٩
٠٫٨٠	٥٨٦١	٥٨٨٥	٥٩٠٨	٥٩٣٢	٥٩٥٥	٥٩٧٩	٦٠٠٢	٦٠٢٦	٦٠٤٩	٦٠٧٣	٦٠٩٦	٦١٢٠	٦١٤٣	٦١٦٧	٦١٩٠	٦٢١٤	٦٢٣٧	٦٢٦١	٦٢٨٤	٦٣٠٨	٦٣٣١	٦٣٥٥	٦٣٧٨
٠٫٨١	٥٨٩٠	٥٩١٤	٥٩٣٧	٥٩٦١	٥٩٨٤	٦٠٠٨	٦٠٣١	٦٠٥٥	٦٠٧٨	٦١٠٢	٦١٢٥	٦١٤٩	٦١٧٢	٦١٩٦	٦٢١٩	٦٢٤٣	٦٢٦٦	٦٢٩٠	٦٣١٣	٦٣٣٧	٦٣٦٠	٦٣٨٤	٦٤٠٨
٠٫٨٢	٥٩١٣	٥٩٣٧	٥٩٦٠	٥٩٨٤	٦٠٠٧	٦٠٣١	٦٠٥٤	٦٠٧٨	٦١٠١	٦١٢٥	٦١٤٨	٦١٧٢	٦١٩٥	٦٢١٩	٦٢٤٢	٦٢٦٦	٦٢٨٩	٦٣١٣	٦٣٣٦	٦٣٦٠	٦٣٨٣	٦٤٠٧	٦٤٣٠
٠٫٨٣	٥٩٤٦	٥٩٧٠	٥٩٩٣	٦٠١٧	٦٠٤٠	٦٠٦٤	٦٠٨٧	٦١١٠	٦١٣٤	٦١٥٧	٦١٨١	٦٢٠٤	٦٢٢٧	٦٢٥١	٦٢٧٤	٦٢٩٨	٦٣٢١	٦٣٤٥	٦٣٦٨	٦٣٩٢	٦٤١٥	٦٤٣٩	٦٤٦٢
٠٫٨٤	٥٩٧٩	٦٠٠٣	٦٠٢٦	٦٠٥٠	٦٠٧٣	٦٠٩٧	٦١٢٠	٦١٤٤	٦١٦٧	٦١٩١	٦٢١٤	٦٢٣٨	٦٢٦١	٦٢٨٥	٦٣٠٨	٦٣٣٢	٦٣٥٥	٦٣٧٩	٦٤٠٢	٦٤٢٦	٦٤٤٩	٦٤٧٣	٦٤٩٦
٠٫٨٥	٦٠٠٧	٦٠٣٠	٦٠٥٤	٦٠٧٧	٦١٠١	٦١٢٤	٦١٤٨	٦١٧١	٦١٩٥	٦٢١٨	٦٢٤٢	٦٢٦٥	٦٢٨٩	٦٣١٢	٦٣٣٦	٦٣٥٩	٦٣٨٣	٦٤٠٦	٦٤٣٠	٦٤٥٣	٦٤٧٧	٦٥٠٠	٦٥٢٤
٠٫٨٦	٦٠٣٤	٦٠٥٧	٦٠٨١	٦١٠٤	٦١٢٨	٦١٥١	٦١٧٥	٦١٩٨	٦٢٢٢	٦٢٤٥	٦٢٦٩	٦٢٩٢	٦٣١٦	٦٣٣٩	٦٣٦٣	٦٣٨٦	٦٤١٠	٦٤٣٣	٦٤٥٧	٦٤٨٠	٦٥٠٤	٦٥٢٧	٦٥٥١
٠٫٨٧	٦٠٦٧	٦٠٩١	٦١٠٤	٦١٢٨	٦١٥١	٦١٧٥	٦١٩٨	٦٢٢٢	٦٢٤٥	٦٢٦٩	٦٢٩٢	٦٣١٦	٦٣٣٩	٦٣٦٣	٦٣٨٦	٦٤١٠	٦٤٣٣	٦٤٥٧	٦٤٨٠	٦٥٠٤	٦٥٢٧	٦٥٥١	٦٥٧٤
٠٫٨٨	٦٠٩١	٦١١٤	٦١٣٨	٦١٦١	٦١٨٥	٦٢٠٨	٦٢٣٢	٦٢٥٥	٦٢٧٩	٦٣٠٢	٦٣٢٦	٦٣٤٩	٦٣٧٣	٦٣٩٦	٦٤٢٠	٦٤٤٣	٦٤٦٧	٦٤٩٠	٦٥١٤	٦٥٣٧	٦٥٦١	٦٥٨٤	٦٦٠٨
٠٫٨٩	٦١١٤	٦١٣٨	٦١٦١	٦١٨٥	٦٢٠٨	٦٢٣٢	٦٢٥٥	٦٢٧٩	٦٣٠٢	٦٣٢٦	٦٣٤٩	٦٣٧٣	٦٣٩٦	٦٤٢٠	٦٤٤٣	٦٤٦٧	٦٤٩٠	٦٥١٤	٦٥٣٧	٦٥٦١	٦٥٨٤	٦٦٠٨	٦٦٣١
٠٫٩٠	٦٣٤٣	٦٣٦٦	٦٣٩٠	٦٤١٣	٦٤٣٧	٦٤٦٠	٦٤٨٤	٦٥٠٧	٦٥٣١	٦٥٥٤	٦٥٧٨	٦٦٠١	٦٦٢٥	٦٦٤٨	٦٦٧٢	٦٦٩٥	٦٧١٩	٦٧٤٢	٦٧٦٦	٦٧٨٩	٦٨١٣	٦٨٣٦	٦٨٦٠
٠٫٩١	٦٤٢٨	٦٤٥١	٦٤٧٥	٦٤٩٨	٦٥٢٢	٦٥٤٥	٦٥٦٩	٦٥٩٢	٦٦١٦	٦٦٣٩	٦٦٦٣	٦٦٨٦	٦٧١٠	٦٧٣٣	٦٧٥٧	٦٧٨٠	٦٨٠٤	٦٨٢٧	٦٨٥١	٦٨٧٤	٦٨٩٨	٦٩٢١	٦٩٤٥
٠٫٩٢	٦٥٢١	٦٥٤٤	٦٥٦٨	٦٥٩١	٦٦١٥	٦٦٣٨	٦٦٦٢	٦٦٨٥	٦٧٠٩	٦٧٣٢	٦٧٥٦	٦٧٧٩	٦٨٠٣	٦٨٢٦	٦٨٥٠	٦٨٧٣	٦٨٩٧	٦٩٢٠	٦٩٤٤	٦٩٦٧	٦٩٩١	٧٠١٤	٧٠٣٨
٠٫٩٣	٦٥٩٤	٦٦١٨	٦٦٤١	٦٦٦٥	٦٦٨٨	٦٧١٢	٦٧٣٥	٦٧٥٩	٦٧٨٢	٦٨٠٦	٦٨٢٩	٦٨٥٣	٦٨٧٦	٦٩٠٠	٦٩٢٣	٦٩٤٧	٦٩٧٠	٦٩٩٤	٧٠١٧	٧٠٤١	٧٠٦٤	٧٠٨٨	٧١١١
٠٫٩٤	٦٦٦٨	٦٦٩١	٦٧١٥	٦٧٣٨	٦٧٦٢	٦٧٨٥	٦٨٠٩	٦٨٣٢	٦٨٥٦	٦٨٧٩	٦٩٠٣	٦٩٢٦	٦٩٥٠	٦٩٧٣	٦٩٩٧	٧٠٢٠	٧٠٤٤	٧٠٦٧	٧٠٩١	٧١١٤	٧١٣٨	٧١٦١	٧١٨٥
٠٫٩٥	٦٩١٢	٦٩٣٥	٦٩٥٩	٦٩٨٢	٧٠٠٦	٧٠٢٩	٧٠٥٣	٧٠٧٦	٧١٠٠	٧١٢٣	٧١٤٧	٧١٧٠	٧١٩٤	٧٢١٧	٧٢٤١	٧٢٦٤	٧٢٨٨	٧٣١١	٧٣٣٥	٧٣٥٨	٧٣٨٢	٧٤٠٥	٧٤٢٩
٠٫٩٦	٦٩٦٥	٦٩٨٨	٧٠١٢	٧٠٣٥	٧٠٥٩	٧٠٨٢	٧١٠٦	٧١٢٩	٧١٥٣	٧١٧٦	٧٢٠٠	٧٢٢٣	٧٢٤٧	٧٢٧٠	٧٢٩٤	٧٣١٧	٧٣٤١	٧٣٦٤	٧٣٨٨	٧٤١١	٧٤٣٥	٧٤٥٨	٧٤٨٢
٠٫٩٧	٦٩٨٨	٧٠١٢	٧٠٣٥	٧٠٥٩	٧٠٨٢	٧١٠٦	٧١٢٩	٧١٥٣	٧١٧٦	٧٢٠٠	٧٢٢٣	٧٢٤٧	٧٢٧٠	٧٢٩٤	٧٣١٧	٧٣٤١	٧٣٦٤	٧٣٨٨	٧٤١١	٧٤٣٥	٧٤٥٨	٧٤٨٢	٧٥٠٥
٠٫٩٨	٧٠٢٥	٧٠٤٨	٧٠٧٢	٧٠٩٥	٧١١٩	٧١٤٢	٧١٦٦	٧١٨٩	٧٢١٣	٧٢٣٦	٧٢٦٠	٧٢٨٣	٧٣٠٧	٧٣٣٠	٧٣٥٤	٧٣٧٧	٧٤٠١	٧٤٢٤	٧٤٤٨	٧٤٧١	٧٤٩٥	٧٥١٨	٧٥٤٢
٠٫٩٩	٧٠٦٢	٧٠٨٥	٧١٠٩	٧١٣٢	٧١٥٦	٧١٧٩	٧٢٠٣	٧٢٢٦	٧٢٥٠	٧٢٧٣	٧٢٩٧	٧٣٢٠	٧٣٤٤	٧٣٦٧	٧٣٩١	٧٤١٤	٧٤٣٨	٧٤٦١	٧٤٨٥	٧٥٠٨	٧٥٣٢	٧٥٥٥	٧٥٧٩

٠٫٧٥	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٧٦	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٧٧	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٧٨	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٧٩	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٨٠	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٨١	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٨٢	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٨٣	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٨٤	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٨٥	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٨٦	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٨٧	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٨٨	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٨٩	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٩٠	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٩١	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٩٢	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٩٣	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٩٤	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٩٥	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٩٦	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٩٧	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٩٨	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧
٠٫٩٩	٢ ٣ ٤	٢ ٣ ٥	٢ ٣ ٦	٢ ٤ ٥	٢ ٤ ٦	٢ ٤ ٧	٢ ٥ ٦	٢ ٥ ٧	٢ ٦ ٧	٣ ٤ ٥	٣ ٤ ٦	٣ ٤ ٧	٣ ٥ ٦	٣ ٥ ٧	٣ ٦ ٧	٤ ٥ ٦	٤ ٥ ٧	٤ ٦ ٧	٥ ٦ ٧	١ ٢ ٣	١ ٢ ٤	١ ٢ ٥	١ ٢ ٦	١ ٢ ٧



کیمیا

وەزارەتی پەروەردە

هەرێمی کوردستانی عێراق